KFAS
مؤسسة الكويت للتقدم العلمي
Kuwait Foundation for the Advancement of Sciences

عصر البخار:
1840 - 1884



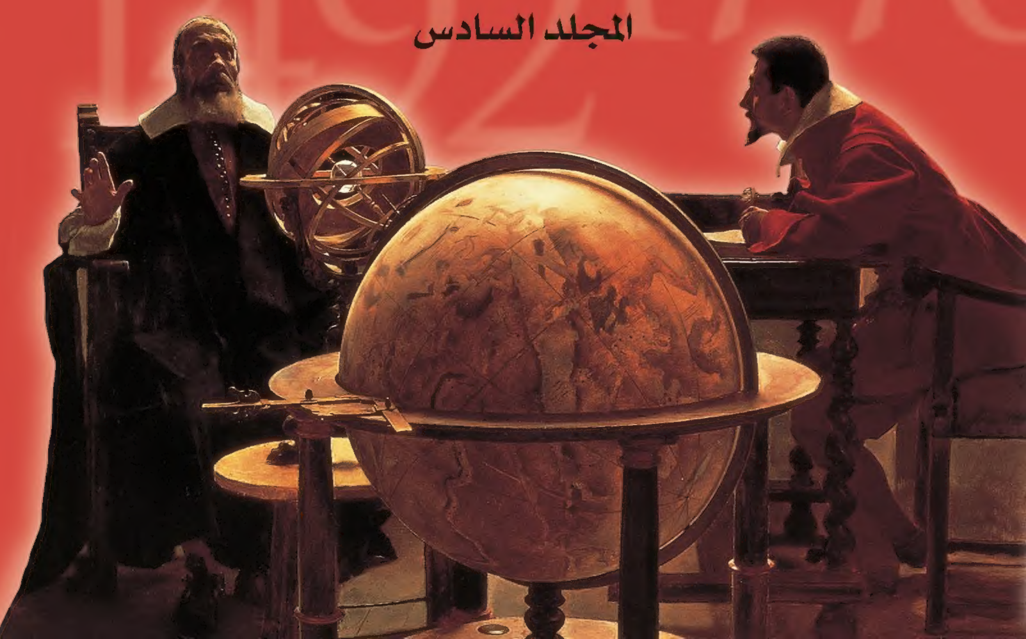
المسار الزمني لتقدم العلوم والتكنولوجيا



تأليف: جون كلارك وآخرون

ترجمة: د. مصطفى معرفي

المجلد السادس



مؤسسة الكويت للتقدم العلمي
Kuwait Foundation for the Advancement of Sciences

المسار الزمني لتقدم العلوم والتكنولوجيا

المجلد السادس

عصر البخار

1884 - 1840

تأليف: جون كلارك

ترجمة: د. مصطفى معرفي

المُراجع العلمي: د. أمل العازمي

الطبعة الأولى: الكويت - 2016

فهرسة
مكتبة الكويت الوطنية أثناء النشر

509 كلارك، جون.

الجداول الزمنية لتاريخ العلوم: timeline of science and technology/

جون كلارك، مايكل آلابي، إيمي جان بيير؛ ترجمة مصطفى معرفي. - ط 1 . - الكويت:

مؤسسة الكويت للتقدم العلمي، 2015

10 مج. ؛ 24 سم.

1- العلوم - تاريخ

أ. العنوان

ب. آلابي، مايكل (مؤلف مشارك)

ج. بيير ، إيمي جان (مترجم)

د. معرفي، مصطفى (مترجم)

هـ. مؤسسة الكويت للتقدم العلمي (ناشر)

ردمك: 978-99966-33-68-3

رقم الإيداع: 459 / 2015

بسم الله الرحمن الرحيم



صاحب السمو الشيخ صباح الأحمد الجابر الصباح

أمير دولة الكويت



سمو الشيخ نواف الأحمد الجابر الصباح

ولي العهد

Published by Grolier
an imprint of Scholastic Library Publishing,
Old Sherman Turnpike
Danbury, Connecticut 06816

Set ISBN 978-0-7172-6101-7
Volume 6 ISBN 978-0-7172-6107-9

Library of Congress Cataloging-in-Publication Data

Timelines of science and technology
p. cm.
Includes bibliographical references and index
Contents: v. 1. Origins of science — v. 2. Classical and early medieval science — v. 3. Late medieval and Renaissance science — v. 4. The Scientific Revolution — v. 5. The Industrial Revolution — v. 6. The Age of Steam — v. 7. The Age of Electricity — v. 8. The Atomic Age — v. 9. The Space Age — v. 10. The modern world.
ISBN 978-0-7172-6101-7 (set : alk paper) — ISBN 978-0-7172-6102-4 (v. 1 : alk paper) — ISBN 978-0-7172-6103-1 (v. 2 : alk paper) — ISBN 978-0-7172-6104-8 (v. 3 : alk paper) — ISBN 978-0-7172-6105-5 (v. 4 : alk paper) — ISBN 978-0-7172-6106-2 (v. 5 : alk paper) — ISBN 978-0-7172-6107-9 (v. 6 : alk paper) — ISBN 978-0-7172-6108-6 (v. 7 : alk paper) — ISBN 978-0-7172-6109-3 (v. 8 : alk paper) — ISBN 978-0-7172-6110-9 (v. 9 : alk paper) — ISBN 978-0-7172-6111-6 (v. 10 : alk paper)
1. Science-History. 2. Discoveries in science.
3. Technology-History. I. Grolier (Firm)

Q125.T587 2006
509—dc22 2005050387

For information address the publisher:
Grolier, Sherman Turnpike,
Danbury, Connecticut 06816

Printed and bound in Singapore.

FOR THE BROWN REFERENCE GROUP

Consultant: Erin Dolan, Virginia Polytechnic and State University, U.S.A.

Project Editor: Graham Bateman
Editor: Virginia Carter
Designer: Steve McCurdy
Research: Geoff Roberts
Production: Alastair Gourlay, Maggie Copeland
Editorial Director: Lindsey Lowe

PICTURE CREDITS
(t = top, b = bottom, c = center, l = left, r = right)

Cover: *Space Shuttle*, NASA Headquarters – Greatest Images of NASA; *19th-Century Steam Train*, Science Photo Library; *Galileo*, AKG-London

6t Sally Bensusen (1987)/Science Photo Library; **6b** Science Museum Pictorial; **7** Science Photo Library; **8t** Science Photo Library; **8b** Bettmann/Corbis; **9c** Science Museum Pictorial; **10b** Science Museum; **11b** ©2004 Ann Ronan Picture Library/TopFoto; **12t** Science Museum Library; **13** Mark E. Gibson/Corbis; **14c** ©2004 Ann Ronan Picture Library/TopFoto; **14b** Science Museum; **15c** Science Photo Library; **15b** Science Photo Library; **16t** The British Museum/TopFoto; **16b** Corbis; **17** ©2004 Ann Ronan Picture Library/TopFoto; **18c** Dr. Paul Andrews, University of Dundee/Science Photo Library; **19t** Roger Ressmeyer/Corbis; **19c** Jean-Loup Charmet/Science Photo Library; **19b** Bettmann/Corbis; **20t** Schoenberg Center; **22t** Schoenberg Center; **22b** Corbis; **23** The Corporation of London/TopFoto; **24t** Corbis; **24b** Corbis; **25** Bettmann/Corbis; **26t** ©2003 Charles Walker/TopFoto; **27b** Science Photo Library; 28t ©2004 Ann Ronan Picture Library/TopFoto; **29t** Bettmann/Corbis; **29b** Corbis; **30c** John Howard/Science Photo Library; **30b** Science Museum Library; **31b** The British Library/TopFoto; **32t** Schoenberg Center; **33t** Science Museum; **34b** Ann Ronan Picture Library/TopFoto; **35b** Ann Ronan Picture Library/TopFoto; **36t** Science Museum; **36b** Science Museum Library; **37** Science Museum Pictorial; **38c** Schoenberg Center; **38b** Science Museum; **39t** TopFoto; **39b** TopFoto; **40c** Schoenberg Center; **40b** Schoenberg Center; **41t** Custom Medical Stock Photo/Science Photo Library; **42b** Sean Sexton Collection/Corbis; **43** Schenectady Museum/Corbis; **44t** Science Museum; **45b** Bettmann/Corbis

The Brown Reference Group has made every effort to trace copyright holders of the pictures used in this book. Anyone having claims to ownership not identified above is invited to contact The Brown Reference Group.

كيفية استخدام المجموعة
HOW TO USE THIS SET

يُغطي كلُ مجلدٍ من مجلدات هذه المجموعة فترة مفصلية من تاريخنا، نحن البشر وقد وضعنا هذه الفترات على الصفحتين 6-7 من المجلد الأول بالإضافة إلى المحتوى التفصيلي. يحتوي كل مجلد على ثلاثة أنواع من المقالات. مقالات المسار الزمني التي تُعنى بجدولة الاكتشافات والابتكارات بحسب سنوات الفترة المعنية. وقد رتبت تفاصيل هذه المقالات على هيئة نطاقات مستعرضة ينتمي كل نطاقٍ منها إلى حقلٍ من حقول المعرفة، بحيث تتمكن من رؤية العلاقة بين مجالات المعرفة العلمية بنظرة سريعة. كما تظهر الخلفية التي كتبت معلومات كل نطاق عليها – مثل الفيزياء أو الكيمياء – بلون مميز. وبين مقالات المسار الزمني تتوزع المقالات الخاصة مفصلة لنقاط محددة جاء ذكرها في المسار الزمني. تُوفر هذه المقالات وبُعمق تركيزاً على خلفية الاكتشافات ومعلومات حول من لهم علاقة بالموضوع وتشرح طرق استخدام واستفادة البشر من هذه الاكتشافات أو الابتكارات. وعلى سبيل المثال، نجد في المجلد الثامن (الصفحات 28 – 29) مقالاً بعنوان «تطور الهيليكوبتر (الحوّامة)»، وينبع من فقرة حول الحوامة من مقالة المسار الزمني للعام 1936 من صفحة 26. وتتضمن المقالات فقرات موضوعة داخل إطار بهدف الاستزادة من المعرفة وتوفر معلومات إضافية وتشرح في الغالب بعض المبادئ العلمية ذات الصلة بالموضوع. وأخيراً يُقدم محور الأعلام في نهاية كل مجلد سيرة مفصلة للأعلام أو المجموعات البشرية التي ورد ذكرٌ لها في المسار الزمني أو المقالات الخاصة، وبذلك تظهر الصورة الكلية لإنجازاتهم. باستخدام الأنواع الثلاثة للمقالات يمكن بناء صورة كلية للظروف التي أدت إلى لحظة الاختراق في مسار تقدم معين.

تلعب الصور والأشكال، مع شرحها، دوراً رئيساً في هذه المجموعة. وتشمل صور مطبوعات قديمة وصوراً ضوئية حديثة وإعادة بناءٍ فني ومخططات توضيحية.

هناك عددٌ من المُعينات التي تساعدك في الإبحار خلال هذه المجموعة. أسماء الأعلام الواردة سيرهم في جزء الأعلام طبعت كلها بالبُنط الأسود الغامق، مثل **الفريد نوبل**. عاش بعض الأفراد وعمل خلال فترات يغطيها أكثر من مجلد واحد، ولذلك يأتي ذكر بعض الأعلام في مراحل تاريخية مختلفة، ولهذا السبب فإن ظهور اسم علم ما بالبُنط الأسود الغامق في مجلد ما لا يعني بالضرورة عرض سيرّته بين الأعلام في المجلد نفسه، ولتحديد سيرة شخص معين يُنصح بالرجوع إلى المسرد الذي يبدأ من الصفحة 53 من كلِ مجلد. علاوة على ذلك طُبعت أسماء بعض الأعلام بالبُنط الأسود الغامق المائل، ***مايكل فراداي*** على سبيل المثال. تُشير هذه الطريقة في كتابة اسم العلم على أنه موضوع مقالة خاصة (في مثالنا المقالة بعنوان طبيعة الضوء على الصفحتين 28-29 من المجلد الرابع). ونُعيد، بأن الطريقة الصحيحة للبحث عن مكان الموضوع هي الاستعانة بالمسرد.

تجد في أعلى غالبية المقالات مراجع ذات صلة بموضوع المقالة.

يحتوي كلُ مجلد على مُعجم لبعض المصطلحات الواردة، ويُساعد المُعجم في فهم معنى بعضً المصطلحات غير المألوفة للقارئ. كما يحتوي كل مجلد في نهايته على مراجع ومواقع على الشبكة العنكبوتية (الويب) يمكن للقارئ الاستعانة بها للاستزادة في المعرفة، وأخيراً، نشير إلى أن مسرد المجموعة يضم أسماء الأشخاص والموضوعات المهمة التي تغطيها المجموعة.



تُعيد الصور الضوئية الحديثة الحياة إلى النصوص

إطار التواريخ المفصلية يُبرز الإنجازات الرئيسة

الشروحات التخطيطية تُوضح المبادئ العلمية أو التكنولوجية

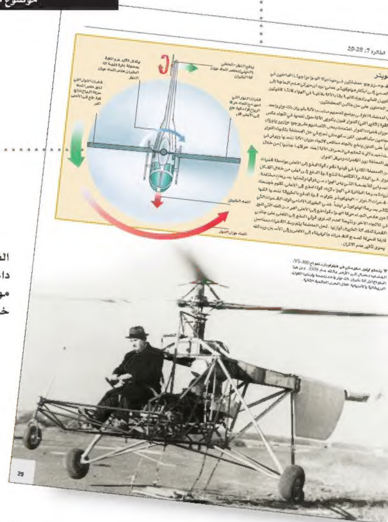
مقالات المسار الزمني تُجدول الابتكارات أو الاكتشافات سنة بسنة

استخدام البُنط العريض المائل يشير إلى أن العَلَم موضوع مقالٍ تفصيلي خاص

عصر البخار
(1840 – 1884)

مع انتشار القاطرات البخارية عبر أوروبا والولايات المتحدة (مسبباً في الوقت نفسه إفلاس شركات القنوات المائية وشركات النقل عبرها وخروجها من دائرة الضوء)، وجد المهندسون تطبيقاتٍ جديدةً أخرى للآلة البخارية. من أهم هذه التطبيقات الإستعانة بالمحرك البخاري في مجال الملاحة البحرية. بدأ استخدام الآلة البخارية لإدارة الدواليب، فمخرت سفن الدواليب البخارية الأنهار صعوداً وهبوطاً لتصل نهر المسيسبي في أمريكا الشمالية وحتى نهر الدانوب في أوروبا. لكن تشييد سفن دولابية لعبور المحيطات لم يُكتب له النجاح إلى أن تمت الإستعانة بالمصدر الجديد (الآلة البخارية) لإدارة المراوح. خلال فترة وجيزة من هذا الحدث، احتلت السفن العاملة بمراوح الدفع محل السفن الشراعية في جميع محيطات المعمورة. كما أزاحت الآلة البخارية الدواليب المائية عن موقعها كمصدر للطاقة. لكن هذا الإختراع القديم حصل على رمقٍ جديدٍ للحياة مع ابتكار التوربين (العنفة) المائي عالي السرعة وذلك خلال أواسط القرن التاسع عشر. ومازال التوربين المائي، كمصدر طاقة لإدارة محطات القوى، منتشراً في أصقاع العالم.

المقالات الخاصة توفر تفصيلات حول موضوع معين



الفقرات الموضوعة داخل إطار تغطي موضوعاتٍ ذات أهمية خاصة

الصفحات الخاصة بالأعلام تُوفر سيرة مفصلة لها



مراجع ذات صلة في متن المجلد نفسه أو مجلدات أخرى



اسم العَلَم المكتوب بالبُنط العريض يوجّه القارئ إلى مقالات الأعلام

توفير التعليقات الواضحة المصاحبة للرسومات أو الصور الضوئية

النطاقات الملونة تفصل بين حقول العلم والتكنولوجيا المختلفة



علم الفلك والرياضيات ASTRONOMY AND MATH

1840 يلتقط العالم الأمريكي الإنجليزي الأصل جون دريبر (1811–82) أول صورة ضوئية أمريكية للأجرام السماوية، وهي صورة للقمر بطريقة الداغييري.

اكتشف عام 1843 أن للبقع الشمسية، ترى في الصورة مناطق دائرية معتمة، دورة زمنية منتظمة.

الكيمياء CHEMISTRY

1840 يكتشف الكيميائي الألماني كريستيان شونباين (1799–1868) الأوزون ويصك مسماه، وذلك على الرغم من عدم معرفته بتركيبه الكيميائي.

1840 يبتكر الكيميائي الألماني هيرمان فون فهلنغ (1812–85) طريقة لفحص السكر (تسمى إختبار فهلنغ) تعتمد على عملية إختزال السكر في محلول من ملح النحاس.

1840 يكتشف الكيميائي الفرنسي هنري رينول (1810–78) مركب ثنائي كلوريد الإثيلين الذي يصبح خلال فترة قصيرة مذيباً صناعياً مهماً.

الفيزياء PHYSICS

1840 يصوغ الفيزيائي الإنجليزي **جيمس جول** (1818–89) قانون جول الذي ينص على أن الحرارة المنبعثة لكل ثانية من سلك يمر به تيار كهربائي تتناسب مع حاصل ضرب مقاومة السلك ومربع شدة التيار الكهربائي.

1842 يضع الفيزيائي الألماني جوليوس فون ماير (1814–78) قانون بقاء الطاقة (الطاقة لا تفنى ولا تستحدث بل تتحول من صورة إلى أخرى).

العلوم الحيوية والطب BIOLOGY AND MEDICINE

1840 يستقرئ الكيميائي الزراعي جين بوسنغول (1802–87) أن النيترات الموجودة في التربة تعمل كمصدر للنيتروجين اللازم للنباتات.

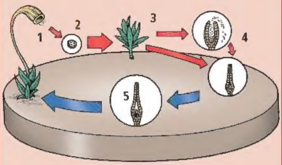
1840 يقدم عالم الأمراض الألماني جيكوب هينل (1809–85) نظرية السبب الجرثومي للأمراض: تتسبب الكائنات الطفيلية التي تغزو الجسم في الإلتهابات.

1840 يقدم عالم الأجنة السويسري رودولف فون كوليكر (1817–1905) شرحاً للحبيبات (الخلايا التناسلية الذكرية) النباتية باعتبارها خلايا في مصدرها وطبيعتها.

1841 تأسيس الجمعية الصيدلية في بريطانيا العظمى.

1842 يصك عالم الحيوان الإنجليزي ريتشارد أوين (1804–92) مفردة «الديناصور» (وتعني «السحلية المهولة» في الإغريقية) لتفسير بعض زواحف ما قبل التاريخ.

لكل النباتات دورة حياة تتضمن تناوباً في طريقة التكاثر: تكاثر مشيجي يتبعه تكاثر بوغي. يتكون الجزء الظاهر في الحزازيات (الأسفل) من الأمشاج في التكاثر البوغي (1). تنثر الأبواغ البنور فتتبرعم (2) وتنتج أمشاجاً جديدة (3) تتطور إلى كائنات ذكرية أو أنثوية. تسبح النطفات نحو البيض وتخصبها (4). تنمو البيضة المخصبة (5) لتولد بوغاً جديداً. يُشاهد في الصورة أيضاً بوغ النباتات العليا، مثل نباتات السرخس، لكن الأمشاج صغيرة إلى درجة عدم التمكن من رؤيتها.



الهندسة والاختراعات ENGINEERING AND INVENTION

1841 يسجل المخترع الإنجليزي تشارلز غريغوري (1817–98) براءة اختراع الأنصوبة.

1841 يبتكر المهندس الأمريكي الألماني المولد جون رويلنغ (1806–69) آلة لتصنيع الحبال السلكية (الكابلات). تحظى الكابلات بأهمية كبيرة في تشييد الجسور المعلقة.

1841 يستحدث المهندس الإنجليزي جوزف ويتوورث (1803–87) نظاماً عيارياً لتصنيع حزوز البراغي.

صمم رائد الجسور المعلقة تشارلز إليت هذا الجسر على أخدود شلالات نياغرا وافتتح عام 1848.



انظر أيضا بدايات السكك الحديدية **5**: 24-24؛ البراهين الأحفورية **5**: 28-29؛ ميلاد التصوير الضوئي (الفوتوغرافي) **5**: 32-33؛ الجراثيم والأمراض **6**: 40-41

علم الفلك والرياضيات ASTRONOMY AND MATH

1843 يعلن الفلكي الألماني هنريخ شواب (1789–1875) وجود دورة للبقع الشمسية يقارب زمنها الدوري 10 سنوات (يصل عدد البقع ذروته كل عشر سنوات). وفي وقت لاحق يحدد الفلكي السويسري رودولف وولف (1816–93) الزمن الدوري بدقة أكبر وبنتيجة 11 سنة.

1843 يكتشف هاوي الفلك الفرنسي هيرفي-أوغست فيه (1814–1902) مذنب فيه. يبلغ الزمن الدوري للمذنب 7.3 سنة، وظهر لآخر مرة في خريف عام 1999 واختفى عن مجال الرؤية في ربيع عام 2000.

1843 يستحدث عالم الرياضيات الإيرلندي وليام هاملتون (1805-65) نظام الرباعيات، وهو نظام للأعداد المركبة لا تتبع قواعد التبادل الرياضي (بمعنى أنه ليس حتمياً أن تتساوى العمليتان ab وba). وقد وجد النظام أهميته في وقت لاحق في مجالي الرياضيات النظرية والتطبيقية.

الكيمياء CHEMISTRY

1840 يصوغ الكيميائي الروسي السويسري المولد جيرمين هس (1802–50) قانون هس المتعلق بالحرارة الناتجة عن التفاعلات الكيميائية.

1841 يعلن العالم الأمريكي الإنجليزي الأصل جون دريبر (1811–82) قانون دريبر ومفاده أن التحولات الكيميائية تنتج عن الإشعاع الذي تمتصه المادة فقط.

1843 يكتشف الكيميائي السويدي كارل موساندر (1797–1858) عنصري الإروبيوم والتربيوم، وهما من العناصر الأرضية النادرة.

الفيزياء PHYSICS

1842 يقدم الفيزيائي النمساوي كريستيان دوبلر (1803–53) تفسيراً لظاهرة دوبلر – تغير تردد الموجة (أو الطول الموجي) عند تحرك المصدر والراصد باتجاه بعضهما أو بعيداً عن بعضهما. طبق التفسير على الموجات الصوتية في بادئ الأمر، لكن الظاهرة ترتبط بجميع أنواع الموجات بما في ذلك الضوء.

1842 يقيس الفيزيائي الألماني جوليوس فون ماير (1814 – 78) المكافئ الميكانيكي للحرارة. الشغل الميكانيكي الذي يمكن أن تبذله وحدة واحدة من الطاقة الحرارية. كما قام بالقياس نفسه، وبشكل مستقل، كل من الفيزيائي الإنجليزي **جيمس جول** (1818–89) عام 1843 والفيزيائي الفرنسي غوستاف هيرن (1815–90) عام 1847.

1842 يستنتج الفيزيائي الألماني هنريخ لنز (1804–65) إعتماد قيمة المقاومة الكهربائية لموصل على درجة حرارته.

العلوم الحيوية والطب BIOLOGY AND MEDICINE

1842 يقدم عالم الحيوان الدنماركي يوهان ستينسترب (1813–97) تفسيراً لظاهرة التناوب الجنسي واللاجنسي التي تحدث في بعض النباتات من مثل الحزازيات (أنظر المخطط).

1842 يستخدم الجراح الأمريكي كراوفورد لونغ (1815–78) الكحول الإثيري كمادة مخدرة. ويقوم طبيب الأسنان الأمريكي وليام مورتون (1819–68) بتسجيل براءة اختراع للمادة عام 1846، كما يستعمله طبيب الولادة الإسكتلندي جيمس سمبسون (1811–70) عام 1847.

1842 يصف عالم التشريح الإسكتلندي تشارلز بل (1774–1842) أعراض مرض بل الإرتعاشي، وهو نوع من أنواع الشلل يصيب الوجه.

1843 يكتشف عالم الفسيولوجيا الألماني إميل دو بوز – ريموند (1818–96) على الطبيعة الكهربائية لاهتياج الأعصاب.

كان وليام مورتون، يُشاهد حاملاً الزجاجة في الصورة، من أوائل من استخدموا الإثير كمادة مخدرة، وذلك عام 1842.



1844 يدخل طبيب الأسنان الأمريكي هوريس ولز (1815–48) أكسيد النيتروز («غاز الضحك») كمادة مخدرة.

الهندسة والاختراعات ENGINEERING AND INVENTION

1841 يبتكر الكيميائي الإنجليزي ألكساندر باركس (1813–90) طريقة للفلكنة الباردة للمطاط (باستخدام ثاني كبريتيد الكربون ودون تسخين).

1842 تدشين أول جسر معلق في الولايات المتحدة في فيرمونت بفيلادلفيا من تصميم المهندس تشارلز إليت (1810–62).

1843 يبتكر المهندس الإنجليزي توماس كرامبتون (1816–88) قاطرة كرامبتون. للقاطرة زوج واحد من العجلات خلف الموقد وإسطوانات في منتصف المسافة على امتداد المرجل.

1843 يصمم المخترع الأمريكي الإفريقي نوربت ريلوكس (1806–94) غلاية مفرغة من الهواء لاستخلاص السكر من أعواد قصب السكر (سجلت براءة الاختراع عام 1846).

1843 تدشين أول نفق تحت الماء عند روثرهايث على نهر التيمز في لندن. صمم النفق المهندس البريطاني الفرنسي الأصل مارك برونل (1769–1849) واستخدم في البداية للمشاة. وفي عام 1865 بدأ استخدامه لقطارات الأنفاق.

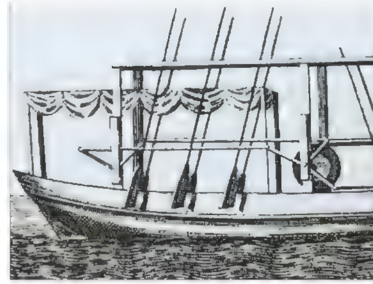
1844 يرسل المخترع الأمريكي **صامويل مورس** (1791–1872) أول رسالة على خط مبرقة في الولايات المتحدة (بين مدينتي واشنطن العاصمة وبولتيمور).

1844 يخترع المهندس البلجيكي إيجيد ولتشارد (1820–1901) صمام ولتشارد المسنن. استخدم الصمام في غالبية القاطرات البخارية حتى نهاية عصر البخار.

السفن البخارية STEAMSHIPS



بعد إنتاج جيمس وات (1736-1819) آلات بخارية موثوقة اتجه بعض المبتكرين إلى تجريب وضع الآلة على عجلات لتصنيع قاطرة، بينما حاول آخرون استخدام الآلة كقوة محركة للقوارب. بدت الفكرة بسيطة، إذ يكفي ربط الآلة بمجداف أو مجاديف – لكن الطريق إلى تحقيق الفكرة عام 1807 كان مملوءاً بالإخفاقات.



▲ قدم جون فتش عرضاً لقاربه البخاري في نهر دالاوار في فيلادلفيا عام 1787. كانت آلة البخار تدير صفاً من المجاديف في البداية، لكن تم التخلي عنها لاحقاً لصالح دواليب التجديف.

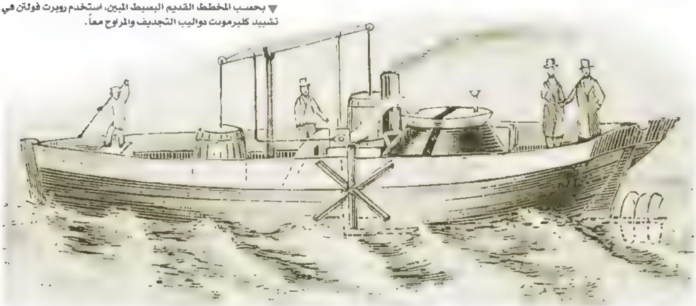
يبدو أن أولى المحاولات الجادة لتصنيع قارب بخاري كانت في نهايات القرن الثامن عشر. حاول المخترع الفرنسي جاك بيريه عام 1775 تسيير قارب بخاري تجريبي صغير على نهر السين في باريس، وفي عام 1783 شيد المهندس الفرنسي كلود جويفروي دابان (1751–1832) قارباً مجدافياً بخارياً يزن 198 طناً (180 طن متري) أسماه *بايرو سكافي*، كما أجرى عليه تجربة قصيرة في نهر ساون بمدينة ليون. وبداية من العالم 1785 عكف المبتكر الأمريكي جون فتش (1743–98) على تشييد نماذج لقوارب تستخدم الآلة الحرارية لتحريك مجاديف ميكانيكية، وأتبع ذلك ببناء أحجام حقيقية كاملة لهذه النماذج. أجرى فتش أول تجربة لقواربه في نهر دالاوار عام 1787. كانت جميع قوارب فتش تشبه القوارب التي تبحر باستخدام الدواليب ولم يحقق أي منها نجاحاً كاملاً. أخذ المهندس الأمريكي جيمس رومزي (1743–92) مقاربة مختلفة للموضوع في السنة نفسها. استندت فكرة رومزي إلى استخدام الآلة البخارية لتعمل كمضخة قوية تقوم بمص الماء من مقدمة القارب ودفعه خارجاً من مؤخرته. قام رومزي بتجريب قاربه ذا الدفع النفاث للماء في نهر بوتوماك.

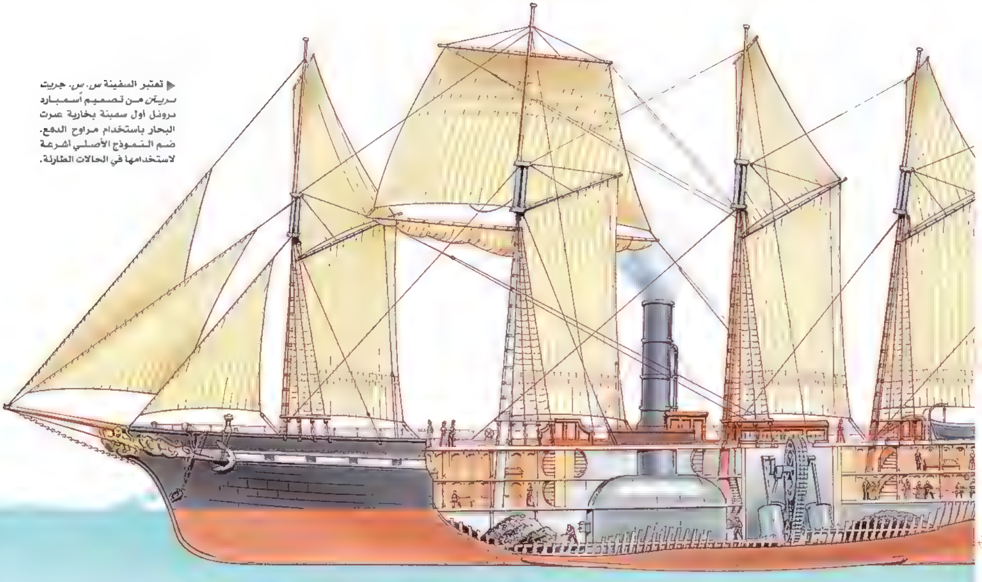
أما السفينة البخارية التالية التي مخرت عباب البحار فهي التي شيدت في إسكتلندا عام 1788. كان محرك السفينة من صناعة المهندس الإسكتلندي وليام سايمنغتون (1763–1831). بلغت سرعة السفينة في مياه لوخ دالسونتون أكثر من 6 أميال في الساعة (9 كم / ساعة). بعدها قرر سايمنغتون قبول التحدي بنفسه. وبمساهمة مالية من اللورد دانداس، حاكم شركة قناة فورث وكلايد الإسكتلندية، شيد سايمنغتون زورقاً قاطراً، *تشارلوت دانداس*، بمحركين بخاريين. وخلال حفل عرض السفينة في قناة فورث وكلايد قطر الزورق بَرجين كبيرين مسافة 20 ميلاً (32 كم) وبسرعة بلغت 3.4 ميلاً في الساعة (5.5 كم / ساعة). لكن، وعلى إثر إدعاءات بأن الأمواج الناتجة عن القاطرة السريعة نسبياً أدت إلى تدمير ضفاف القناة إضطر سايمنغتون إلى التخلي عن تجاربه بعد سنوات.

تواريخ مفصلية

- **1775** أول قارب بخاري تجريبي مزود بمجاديف.
- **1787** قارب فتش البخاري المزود بالمجاديف الميكانيكية.
- **1788** قارب سايمنغتون البخاري .
- **1802** تشارلوت دانداس.
- **1807** قارب فولتن التجاري الناجح.
- **1838** أول عبور للمحيط الأطلسي باستخدام السفن البخارية.
- **1845** عبور السفينة جريت بريتن المحيط الأطلسي.

▼ بحسب المخطط القديم البسيط المبين، استخدم روبرت فولتن في تشييد كليرموント دواليب التجديف والمراوح معاً.





▶ تعتبر السفينة *س. س. جريت بريتن* من تصميم أسمبارد برونل أول سفينة بخارية عبرت البحار باستخدام مراوح الدفع. ضم النموذج الأصلي أشرعة لاستخدامها في الحالات الطارئة.



▶ يعتبر قارب هنري بل، *كومت*، أول قارب بخاري مجدافي أدار خدمة تجارية في أوروبا. كان للقارب رحلات منتظمة في نهر كلايد في إسكتلندا بين مدينتي غلاسكو وهيلنزبورو حاملة الركاب إلى فندق يمتلكه بل أيضاً .

نقلب الصفحات الآن إلى المهندس الأمريكي **روبرت فولتن** (1765–1815) الذي شيد أول سفينة بخارية تجارية ناجحة. أجرى فولتن عدة محاولات في السابق بتشييده زورقاً تجريبياً في فرنسا – بلغت سرعة الزورق الذي شيده عام 1803 وأبحر في نهر السين 4.3 أميال في الساعة (7 كم/ساعة). لكنه عاد إلى الولايات المتحدة عام 1806 ليصمم الباخرة *كليرمونت* ، التي شيدت قرب نهر الإيست في نيويورك . أبحرت *كليرمونت* عام 1807 في نهر هدسون من مدينة نيويورك إلى مدينة ألباني بسرعة بلغت 5 أميال في الساعة (8 كم/ساعة) ودخلت خدمة نقل الركاب بشكل منتظم. كما أبحر المهندس الأمريكي جون ستيفنس (1749–1838) بسفينته البخارية المجدافية، *فينكس* (*العنقاء*)، في نهر دالاوار وذلك بعد إبحارها مسافة 150 ميلاً (240 كم) من مدينة نيويورك إلى مدينة فيلادلفيا.

حالف النجاح عام 1812 مهندساً إسكتلندياً. وتمثل هذا النجاح طويل المدى بإبحار السفينة *كومت* على امتداد نهر كلايد ليبدأ عهد جديد في الإبحار البخاري في أوروبا. كانت السفينة من تشييد المهندس هنري بل (1767–1830). أبحرت السفينة *كومت* في رحلات منتظمة بين مدينتي غلاسكو وهيلينزبورو حتى تحطمها عام 1820. في عام 1814 شيد قبطان الأنهار الأمريكي هنري شريف (1785–1851) زوارق قليلة العمق واستخدم لتشغيلها آلات بخار الضغط العالي التي ثبتها على سطحها. صممت السفينة لاستخدامها بشكل رئيس لنقل الركاب عبر نهري المسيسيبي وأوهايو الضحلة نسبياً. كما أن فولتن دشن في السنة نفسها المدرعة *ديمولوغوس* (أو *فولتن الأول*)، وهي سفينة دفاعية في القوة البحرية وتعتبر أول سفينة حربية بخارية.

بحلول عام 1838 بدأ المهندس الإنجليزي **أسمبارد برونل** (1806–59) تشييد سفن بخارية عابرة للبحار. قامت شركتان بريطانيتان متنافستان بأول عبور للمحيط الأطلسي إلى نيويورك باستخدام طاقة البخار فقط، وذلك في عام 1838. رست سفينة برونل ، *غريت وسترن*، في ميناء نيويورك بعد رحلة استغرقت 14 يوماً، وذلك بعد ساعات فقط من رسو السفينة *سايروس* التي غادرت إنجلترا أربعة أيام قبل *غريت ويسترن* . تبع نجاح السفينتين في عبور الأطلسي إبحار سفن تعمل بقوة دفع المراوح، من مثل السفينة *س. س. جريت بريتن*، التي عبرت الأطلسي عام 1845. هيمنت السفن البخارية على محيطات العالم حتى ابتكار آلات الديزل البحرية في بدايات القرن العشرين.

علم الفلك والرياضيات ASTRONOMY AND MATH

1845 يلتقط الفيزيائيان الفرنسيان أرماند فيزو (1819–96) وليون فوكول (1819–68)، أول صورة ضوئية تفصيلية للشمس.

1846 يصبح الفلكي الألماني يوهان غالي (1812–1910) أول راصد لكوكب نبتون. وبعد أشهر يكتشف الفلكي الإنجليزي **وليام لاسيل** (1799–1880) قمر نبتون، تريتون.

1847 يصوغ عالم الرياضيات الإنجليزي أوغستوس دي مورغان (1806–71) قوانين مورغان التي تعتبر قوانين أساسية في علوم المنطق.

الكيمياء CHEMISTRY

1845 يكتشف الكيميائي الألماني كريستيان شونباين (1799–1868) الخصائص التفجيرية للنيتروسيليلوز (قطن البارود)، الذي أعده لأول مرة الكيميائي الفرنسي ثيوفل بيلوز (1807–67).

1845 يطور الكيميائي الإسكتلندي بيتر سبنس (1806–83) طريقة لاستخلاص الشب – مركب كيميائي صناعي مهم – من الزيت المعدني للفحم الحجري.

صُمم مقياس درجة الحرارة الكلفينية، التي صممها وليام تومسون، لورد كلفن، عام 1848، على أساس صفر التدريج عند الصفر المطلق. والكلفن هو الوحدة الدولية لقياس درجات الحرارة.



الفيزياء PHYSICS

1845 ينشر الفيزيائي الألماني فرانز نيومان (1798–1895) أولى أبحاثه التي تتضمن الخطوط العامة لنظرية الحث الكهرومغناطيسي، بالاستناد إلى التجارب التي أجراها **مايكل فارادي** (1791–1867) و**جوزف هنري** (1797–1878) يتم نشر بحثه الثاني حول الموضوع بعد سنتين.

1846 تأسيس المعهد السمثسوني في واشنطن العاصمة وبتمويل من ميراث الكيميائي الإنجليزي جيمس سمثسون (1765–1829). يعين الفيزيائي الأمريكي **جوزف هنري** (1797–1878) أول مدير للمعهد.

العلوم الحيوية والطب BIOLOGY AND MEDICINE

1845 يبرهن عالم الحيوان الألماني كارل سيبولد (1804–85) أن البروتوزوات كائنات وحيدة الخلايا.



البارامسيوم نوع من البروتوزوات وحيدة الخلايا.

1845 يثبت الكاهن وهاوي العلوم الحيوية الإنجليزي مايلز بيركلي (1803–89) أن سبب وباء آفة البطاطس نوع من الفطريات. بحلول عام 1848 أدت مجاعة البطاطس إلى هلاك أكثر من مليون شخص في إيرلندا.

1845 يضع كلٌّ من عالم الأمراض الألماني رودولف فيرتشو (1821–1902) والطبيب الإنجليزي جون بينيت (1812–75)، وبشكل منفرد، شرحاً لداء فقر الدم.

1846 يصف عالم الفسيولوجيا الفرنسي كلود برنار (1813–78) دور البنكرياس في عملية هضم الطعام، الأيض، (كمنتج «لعصائر الهضم»)

الهندسة والاختراعات ENGINEERING AND INVENTION

1845 يسجل المهندس الإسكتلندي روبرت تومسون (1822–73) براءة اختراع إطار عجلات هوائي مصنوع من المطاط المفلكن لاستخدامه لعربات تجرها الجياد.

1845 إنطلاق أول زوارق فلبر (زورق شراعي سريع)، *رينبو*، في الولايات المتحدة.

1845 تدشين الباخرة س. س. جريت برتن، العاملة بقوة دفع المراوح، باكورة رحلاتها، وهي من تصميم المهندس **اسامبارد برونل** (1806–59).

1846 يسجل المبتكر الأمريكي إلايس هاو (1819–67) براءة إختراع آلة خياطة تستخدم الدرزات المتشابكة.

1846 يسوق الصناعي الأمريكي جون ديير (1804–86) محراثاً ذا دُجر مصنوع من الحديد الصلب (المترجم: الدُجر قطعة معدنية معكوفة لتقليب التربة)



1846 يسجل الموسيقار الفرنسي النمساوي الأصل أدولف ساكس (1814–94) براءة اختراع الساكسفون.

1848 يشيد المبتكر الإنجليزي جون سترنغفلو (1799–1883) نموذجاً لطائرة تسير بقوة دفع البخار.

1848 يشيد المهندس الإنجليزي وليام آدامز (1797–1872) تراماً يسير بقوة البخار.

1848 يستحدث المخترع الأمريكي جيمس بوغاردوس (1800–74) طريقة لتصنيع المباني الحديدية الجاهزة.

شكلت آلة خياطة إلايس هاو بداية صناعة الخياطة الآلية.

انظر أيضا مايكل فارادي **5**: 36-37؛ السفن البخارية **6**: 8-9؛ التوربين المائي **6**: 12-13

علم الفلك والرياضيات ASTRONOMY AND MATH

1848 اكتشاف أحد أقمار زحل، هايبريون، على يد الفلكي الإنجليزي **وليام لاسيل** (1799–1880) وكذلك، وبشكل مستقل، الفلكيان الأمريكيان وليام بوند (1789–1859) وجورج بوند (1825–65)

1848 يبرهن الفيزيائي الأمريكي **جوزف هنري** (1797–1878) على أن درجة حرارة البقع الشمسية أقل من درجة حرارة سطح الشمس المحيط بها.

1848 يحسب الفلكي الفرنسي إدوارد روتش (1820–83) حد روتش ويمثل المسافة الدنيا التي يمكن لأقمار الكواكب أن تصلها قبل تفجرها نتيجة قوى الجاذبية.

الكيمياء CHEMISTRY

1845 يركب الكيميائي الألماني هيرمان كولب (1818–84) حمض الخل (حمض الأستيك) اصطناعياً من مواد غير عضوية. كما يتمكن لاحقاً من إيجاد طريقة لتركيب الألكانات (البارافينات)، وهي من أبسط المركبات الهيدروكربونية.

1846 يكتشف الكيميائي الإيطالي أسانيو سوبرير (1812–88) النيتروغليرين (ثلاثي نيتروغلسرين)، وهي مادة متفجرة قوية لكنها غير مستقرة، كما يكتشف لاحقاً فائدته في معالجة بعض أمراض القلب.

1848 خلال أبحاثه على حمض الطرطريك، يكتشف الكيميائي الفرنسي **لوي باستور** (1822–95) ظاهرة النشاط البصري، وهي ظاهرة تعنى بدوران محور استقطاب الضوء في بعض المركبات العضوية.

الفيزياء PHYSICS

1847 يصوغ الكيميائي الألماني كلمنز فون بابو (1818–99) قانون بابو. ينص القانون على التناسب الطردي بين النقص في ضغط بخار سائل مع كمية المادة المذابة فيه.

1847 يبرهن العالم الألماني **هيرمان فون هلمهولتز** (1821–94) والفيزيائي الإنجليزي **جيمس جول** (1818–89) على مبدأ بقاء الطاقة. كان أول من افترض القانون الفيزيائي الألماني جوليوس فون ماير (1814–78) وذلك عام 1842.

1848 يستحدث الفيزيائي الإسكتلندي **وليام تومسون، لورد كلفن** (1824–1907) المقياس المطلق لدرجة الحرارة (يعرف أيضاً بمقياس كلفن). تحدد درجات الحرارة في هذا التدريج بوحدة تسمى الكلفن، وهي وحدة درجة الحرارة في النظام الدولي للوحدات (مثلاً، يساوي الصفر المطلق 0 K).

العلوم الحيوية والطب BIOLOGY AND MEDICINE

1846 يصك الطبيب الأمريكي أوليفر وندل هولمز (1809–94) مفردة «التخدير» لتعني «دون شعور».

1846 يكتشف الفلكي وعالم المجاهر الإيطالي جيوفاني أميسي (1786–1863) دورة النسغ (العصارة النباتية) في النباتات.

1847 تأسيس الجمعية الطبية الأمريكية في مدينة فيلادلفيا.

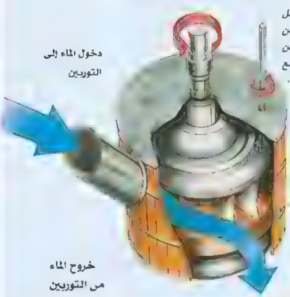
1847 يقوم عالم الفسيولوجيا الفرنسي بيير فلورن (1794–1867) باستخدام الكلوروفورم (كمخدر) لأول مرة، ويجرب المخدر على الحيوانات الصغيرة كما يستخدمه طبيب الولادة الإسكتلندي جيمس سمبسون (1811–70) على البشر في السنة نفسها.

1849 يذهب عالم الأجنة السويسري رودولف فون كوليكر (1817–1905) إلى القول بأن الألياف العصبية ليست إلا امتداداً للخلايا العصبية.



صممت طائرة جون سترنغفلو البخارية التي شيدها عام 1848 مروحتي دفع.

الهندسة والاختراعات ENGINEERING AND INVENTION



كانت كفاءة التوربين التفاعلي لعام 1849 أعلى من كفاءة الدولاب المائي الذي احتل مكانه. بلغت قدرة التوربين إلى حد تحويل ما يقارب من 90 بالمئة من طاقة الوضع للمياه إلى طاقة ميكانيكية.

1849 يبتكر الحدائقي الفرنسي جوزف مونييه (1823–1906) الكونكريت المسلح (قوالب كونكريت حول قضبان من الحديد أو الحديد المسلح).

1849 يصنع المهندس الأنجلو- أمريكي جيمس فرانسس (1815–92) توربيناً مائياً تفاعلياً مطوراً، وفيه يوجه تيار مائي إلى سطح «مجاديف» على شكل كؤوس.

التوربين (العنفة) المائي WATER TURBINES

الدولاب المائي من أقدم آلات إنتاج الطاقة. استمر استخدام الدولاب المائي حتى القرن التاسع عشر، عندما انكسف وجهه تدريجياً بظهور الآلة البخارية – لكن هناك آلة أخرى تستخدم طاقة المياه – التوربين (أو العنفة) المائي – ومازال مستخدماً في المحطات الهيدروكهربائية لتسخير طاقة المياه الجارية.



▲ نشرت هذه الصورة التوضيحية للدولاب المائي ذي الدفع العلوي في باريس عام 1856. يتم توجيه تيار الماء في هذا النوع من الدواليب من الجانب العلوي ليسقط على الشفرات، مما يؤدي إلى دوران الدولاب تحت تأثير ثقل الماء الساقطة.

يعتبر الدولاب المائي آلة ذات كفاءة متدنية في مجال توليد الطاقة نظراً لهدر جزء كبير منها عند سقوط المياه على حواف المجاديف (أو الشفرات). لكن المجاديف، أو الشفرات، في التوربين المائي تحاط بصندوق لمنع المياه من الفيضان على الجانبين، وبذلك تحول طاقة المياه الجارية كلها إلى الشفرات. صك المهندس الفرنسي كلود بوردن (1790–1873) مفردة التوربين عام 1824، كما أن أغلبية التحسينات الأولى على التوربين المائي جرت في فرنسا. في عام 1826 شمر طالب الهندسة الفرنسي بينو فورنيرو (1802–67)، وهو أحد تلامذة بوردن، ساعده للعمل على ابتكار توربين ناجح مدفوعاً برغبته للحصول على جائزة بمبلغ 6,000 فرنك فرنسي رصد لمن ينجح في المهمة. فاز فورنيرو بالجائزة عام 1833 بابتكاره آلة تنتج قدرة 50 حصاناً ميكانيكياً. كان التوربين من نوع التوربينات التفاعلية ذات الدفع الخارجي ويحتوي دولابه على 30 شفرة بطول 12 بوصة (30 سم) لكل منها. كما تبلغ سرعة دوران الدولاب ما يربو على 2,000 دورة في الدقيقة. بحلول عام 1855 ظهرت بعض أنواع توربينات فورنيرو تنتج طاقة تقارب 800 حصان ميكانيكي.

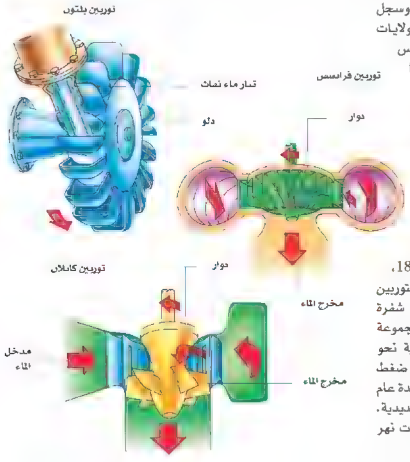
في حوالي عام 1820 صمم عالم الرياضيات والمهندس الفرنسي جين – فكتور بونسليه (1788–1867) توربين طرد مركزي ثبتت شفراته على مقربة من محور الدولاب ويوجه الماء نحو مركزه لإدارته. إشتهر التوربين بالتوربين الدوامي وسجل صامويل هاود (لصالح بونسليه) براءة إختراعه في الولايات المتحدة عام 1838. وفي عام 1840 استحدث المهندس الإيرلندي الأصل جيمس تومسون (1822–92) في إنجلترا طريقة للتحكم داخلياً في معدل سريان المياه إلى شفرات التوربين. من جانبه أجرى المهندس الأمريكي أوريا بويدن (1804–79) عدداً من التحسينات على التصميم الأصلي عام 1844. سجل تومسون براءة اختراع تصميمه في بلفاست عام 1850. تكون التوربين الدوامي من دولاب في وضع أفقي وشيد التصميم الأخوان وليامسون في إنجلترا.

هناك ثلاثة أنواع رئيسة من التوربينات الحديثة سميت بأسماء مخترعيها. ابتكر المهندس الأنجلو – أمريكي جيمس فرانسس (1815–92) توربينه عام 1849، وهو نوع تفاعلي شفراته محتواة كلياً داخل صندوق. لتوربين فرانسس دولاب أفقي مغمور تحت الماء ثبتت عليه 24 شفرة محدودبة (منحنية أو معكوفة). يحيط بشفرات الدولاب مجموعة من الزعانف المروحية تعمل دليلاً لتوجيه المياه الجارية نحو الشفرات. ويعمل توربين فرانسس بشكل أفضل تحت ظروف ضغط ماء متوسط. هاجر فرانسس من إنجلترا إلى الولايات المتحدة عام 1833 حيث عمل في البداية في مجال تشييد السكك الحديدية. عين فرانسس عام 1837 رئيس مهندسي هويسات وقنوات نهر ميرماك وصمم في وظيفته الجديدة توربينه بهدف إستغلال طاقة مياه النهر.

اخترع المهندس الأمريكي لستر بلتون (1829–1908) الدولاب المعروف باسمه عام 1870، وذلك بتحسين دواليب المياه التي كانت تستخدم لتوفير الطاقة اللازمة لآلات مناجم الذهب في كاليفورنيا. يعتبر توربين بلتون نوعاً من توربينات الدفع يتم فيه نفث المياه من فوهة لتسقط بقوة على شفرات التوربين المصممة على شكل دلاء وينتج عن ذلك دوران الدولاب. لتوربين بلتون دولاب بوضع عمودي مثبت على محور أفقي، ويعمل بكفاءة أعلى تحت ظرف ضغط المياه العالي. سجل بلتون براءة إختراعه عام 1880 وباع في وقت لاحق حقوق الإختراع لشركة بلتون لدواليب المياه في سان فرانسسكو. تبلغ كفاءة التوربينات الحديثة لنوع بلتون حدوده 90 في المئة.

كما أن توربين كابلان، وهو من ابتكار مهندس الميكانيكا النمساوي فكتور كابلان (1876–1934) عام 1913، توربين تفاعلي أيضاً مصمم للعمل تحت ضغط منخفض لتيارات المياه البطيئة. يضم دولاب التوربين ثماني شفرات على الأقل تختلف في حزوزها، وبذلك تشبه الشفرات زعانف مراوح الدفع المنصوبة عمودياً في السفن. ويعتبر توربين كابلان أكثر الأنواع استخداماً في المحطات الكهرومائية ومحطات طاقة المد الكهرومائية.

▼ في التوربين التفاعلي، من مثل توربين فرانسس وتوربين كابلان، يتغير اتجاه تيار الماء مع دوران الدولاب أو الدوار. دولاب بلتون من نوع توربينات الدفع التي تدور عند سقوط الماء في الدلال المثبتة بالدولاب.



تواريخ مفصلية

حوالي **1820** توربين التيار الداخلي.

1833 توربين التيار الخارجي.

1838 التوربين الدوامي.

1849 توربين فرانسس.

1870 دولاب بلتون.

1913 توربين كابلان للضغط المنخفض.



▲ شكلت بطاريات الدواليب المائية قوة دفع تشغيل معارل شركة بووت للصناعات القطنية. بحلول العقد الرابع من القرن التاسع عشر حلت توربينات فرانسس المائية محل الدواليب، وبذلك استمرت الشركة في التوسع.

تطويع الطاقة

تعتبر شركة بووت للصناعات القطنية بمدينة لويل في ولاية ماساتشوستس إحدى العلامات الفارقة في الطريقة التي دعمت فيها طاقة الدواليب المائية الزحف نحو عصر التصنيع. ففي بدايات القرن التاسع عشر وجدت مجموعة من التجار في بوسطن فرصة سانحة في نمو وسائل ميكنة الإنتاج في مجال الأقمشة، بما في ذلك الغزل والحياكة. وبذا أسست المجموعة اتحاد بوسطن بهدف تكامل العمليات المختلفة في صناعة القطن.

كان فرانسس كابوت لويل (1775–1817) أحد أعضاء الإتحاد، وكانت له معرفة بالنولات الآلية من خلال زيارة له إلى إنجلترا. وعلى إثر ذلك، وبالتعاون مع آخرين من أعضاء الإتحاد، شرع في تشييد آلات جديدة وبناء أول صناعة قطنية متكاملة في العالم في مدينة ولثام بولاية ماساتشوستس وذلك عام 1814. حالف النجاح المجموعة منذ خطواتها الأولى مما دفعها إلى إتخاذ قرار بالشروع في مشروع أكثر طموحاً – إنشاء مدينة كاملة للصناعات النسيجية. اختارت المجموعة موقعاً لمدينتها على مقربة من شلالات نهر ميريماك التي تقع على مسافة 25 ميلاً (40 كم) شمالي مدينة بوسطن وأطلق على المدينة الجديدة مسمى لويل. تم حفر مجموعة من القنوات بهدف تسخير طاقة مياه الشلال لتشغيل عدد من المصانع.

ازدهرت المصانع خلال العشرينيات والثلاثينيات من القرن التاسع عشر لتشكل قصة نجاح تجاري. وقد بلغ عدد المصانع في مدينة لويل عام 1835 اثنين وعشرين مصنعاً. وبهدف زيادة الأرباح بحث الملاك عن وسائل لتحسين آلات المصانع، بما في ذلك تطوير الدواليب المائية. كانت كفاءة الدواليب المائية الأصلية في تحويل طاقة وضع المياه إلى طاقة ميكانيكية (حركية) لا تزيد عن 75 في المئة. شجع الاتحاد كلاً من المهندسين الأمريكيين جيمس فرانسس (1815–92) وأوريا بويدن (1804–79) على القيام بتطوير وتحسين التوربين المائي الذي ابتكر في فرنسا خلال العقد الثالث من القرن التاسع عشر. ونتيجة لتلك الجهود أنتج توربين قادر على تحويل 90 في المئة من طاقة وضع المياه لتوفير الطاقة لآلات المصانع. بحلول عام 1855 امتلكت مدينة لويل 55 مصنعاً يعمل بها 13،000 عامل وبطاقة إنتاجية بلغت 2.2 مليون ياردة (2 مليون متر) إسبوعياً من الملابس القطنية.

كان لويل في طليعة من طبقوا مفهوم تشغيل قوة العمالة النسائية فقط. كانت «فتيات» مصانع لويل في الغالب بنات عائلات كبيرة العدد من الفلاحين، متطلعات للهرب من شظف الحياة في المزارع أو يسعين لكسب المال باستقلالية قبل أن يتزوجن. كانت الفتيات يعشن في بيوت داخلية تمتلكها الشركة وتحت إشراف صارم منها. وعلى الرغم أن ظروف الحياة خارج إطار العمل كانت جيدة – شيدت الشركة كنائس ووفرت فصول دراسة ليلية ونشاطات مختلفة – لكن العمل في المصانع كان شاقاً. فيوم العمل الإعتيادي يمتد فترة 12 ساعة وتعمل الفتيات ستة أيام في الأسبوع. كما أن الأجور كانت متدنية للغاية، علاوة على الطلب المتزايد على الشركة لزيادة الإنتاج في وجه ارتفاع حدة المنافسة مع مصانع النسيج الأخرى، كل ذلك أدى إلى زيادة ساعات العمل من ناحية وتقليص الأجور من ناحية أخرى. ورغم أن العاملات حاربن لنيل حقوقهن وكون نقابة عمالية لهن وأضربن عن العمل، بيد أن هذه فشلت في نهاية المطاف بوصول عدد كبير من المهاجرين الجدد من إيرلندا هرباً من مجاعة البطاطس هناك في الأربعينيات من القرن التاسع عشر وقبولهم العمل بأجور أقل. لكن، رغم هذه المعضلات، مثلت مصانع لويل ثورة في إنتاج المنسوجات وخطوة مميزة على طريق الصناعة الأمريكية في القرن التاسع عشر.

علم الفلك والرياضيات ASTRONOMY AND MATH

1850 يرصد كلٌّ من الفلكي الأمريكي وليام بوند (1789–1859) والفلكي الإنجليزي وليام لاسيل (1799–1880)، وبشكل مستقل، الحلقة الداخلية المعتمة لكوكب زحل: حلقة كريب أو الحلقة C.

1851 ينشر عالم الرياضيات الفرنسي جوزف ليوفيل (1809–82) أعماله في إثبات وجود الأعداد المتسامية: الأعداد غير الجبرية.

1851 يكتشف الفلكي الإنجليزي وليام لاسيل (1799–1880) قمرين من أقمار كوكب أورانوس، أيريل وأومبيريل.

الكيمياء CHEMISTRY

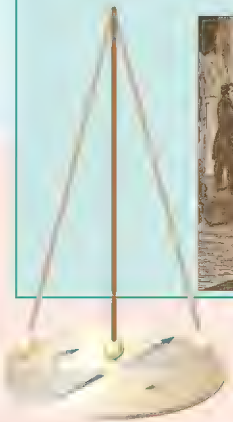
1850 ينشر الكيميائي الفرنسي أوغست برافاي (1811–63) تحليله للهيكل الشبكي للبلورات، ويحدد في البحث 14 نوعاً من التركيب الشبكي.

1852 يستحدث الكيميائي الإنجليزي إدوارد فراكلاند (1825–99) مفهوم التكافؤ: القدرة الكلية للذرة وتعرف بعدد ذرات الهيدروجين (أو ما يكافؤه) الذي يمكن للذرة أن تتحد معه.

1853 يكتشف الكيميائي الإيطالي ستانيسلاو كانيزارو (1826–1910) تفاعل كانيزارو، وهو أسلوب في تحويل الألدهيدات إلى أحماض وكحول. يكتسب التفاعل أهمية في التركيب العضوي للمواد.

يُعيد المخترع جورج باتشهوفنر (1810–79) العرض الأصلي للفيزيائي ليون فوكول لبندوله أمام أعضاء هيئة التدريس في معهد البوليتكنيك في لندن عام 1851. في هذا العرض تتأرجح كرة ثقيلة من الحديد الصلب مربوطة بنهاية سلك من الحديد الصلب بطول 197 قدماً (60 م). يتغير إتجاه تأرجح الكرة تدريجيا ليصنع دورة كاملة في نهاية المطاف. يعود سبب تغير إتجاه التأرجح إلى دوران الأرض. حول محورها، وتبين أن الأرض تكمل دورة كاملة خلال 24 ساعة.





الفيزياء PHYSICS

1850 يصوغ الكيميائي الفرنسي رودولف كلوسيوس (1822–88) القانون الثاني في الديناميكا الحرارية. ينص القانون على عدم إمكانية انتقال الحرارة من الجسم البارد إلى الساخن دون وجود عامل خارجي.

1851 يشيد الفيزيائي الفرنسي ليون فوكول (1819–68) بندول فوكول ويستخدمه ليبرهن على دوران الأرض.

العلوم الحيوية والطب BIOLOGY AND MEDICINE

1850 يقيس العالم الألماني هيرمان فون هلمهولتز (1821–94) سرعة النبضات العصبية.

1850 يبتكر الطبيب الإنجليزي ألفريد هجنسون (1808–84) الإبرة تحت – الجلدية. تستخدم الابرة في البداية لاستخراج عينات الدم أو أية سوائل أخرى.

1851 يبتكر العالم الألماني هيرمان فون هلمهولتز (1821–94) مكشاف العين (أوبثالموسكوب) الذي يعين الأطباء في فحصهم عيون المرضى.

1851 يكتشف عالم الفسيولوجيا الفرنسي كلود بيرنار (1813–78) الأعصاب المسؤولة عن حركة الأوعية الدموية وبذلك تتحكم في قطرها.

الهندسة والاختراعات ENGINEERING AND INVENTION



يوفر موقد بنزن مصدراً مركزاً ونظيفاً للحرارة للاستخدام في المختبرات.

حوالي 1850 يبدأ الكيميائي الألماني روبرت بنزن (1811–99) استخدام موقد بنزن، ويعتقد أن مخترعه هو مساعده بيتر ديساغا.

1850 يشيد المهندس الأمريكي تشارلز بيج (1812–68) أول قاطرة كهربائية في الولايات المتحدة.

1850 افتتاح جسر مسطح عبر مضيق ميناي شمالي ويلز. الجسر من تصميم المهندس الإنجليزي روبرت ستيفنسون (1803–59).

1851 يسجل المخترع الأمريكي إسحق سنغر (1811–75) براءة اختراع آلة خياطة أحادية الخيوط تنتج غرزاً منحنية متصلة.

1851 نصب القصر البلوري (كريستال بالاس) في حديقة هايد بارك في لندن ضمن أنشطة المعرض العظيم. تم بناء المبنى من قوالب من حديد الزهر (المسبوك) وبواجهات زجاجية وهو من تصميم المعماري الإنجليزي جوزف باكستون (1801–65).

علم الفلك والرياضيات ASTRONOMY AND MATH

1852 يبرهن الفيزيائي الإنجليزي إدوارد سابين (1788–1883) على العلاقة بين نشاط البقع الشمسية والعواصف المغناطيسية على سطح الأرض.

1854 يستحدث عالم الرياضيات الإنجليزي جورج بول (1815–64) نظام الجبر البولي، الذي يصبح فيما بعد ذا أهمية في تطوير الدارات المنطقية في الحواسيب.

1854 يطور عالم الرياضيات الألماني بيرنارد رايمن (1826–66) نوعاً من الهندسة اللاإقليمية تستند عليه فيما بعد تطبيقات النظرية النسبية.

الكيمياء CHEMISTRY

1853 يستخرج الكيميائي الفرنسي تشارلز جيرهارد (1816–56) حمض إستيل الصفصاف – (الحمض الرئيسي في الأسبرين) من النباتات. وفي السنة نفسها، وبالتعاون مع مواطنه أوغست لورين (1807–53) يطرح نظرية «الأنواع» في الكيمياء العضوية – مفاد الفكرة أن بعض المجموعات الكيميائية المعينة تتخذ الخصائص نفسها بغض النظر عن اختلاف المركبات المكونة لها.

1854 يبحث الكيميائي الأمريكي ديفيد ألتر (1807–81) في الطيف الذري، الضوء الصادر من العناصر عند تسخينها إلى درجة التوهج، ويستخدم مجموعة الأطياف كوسيلة للتحليل الكيميائي.

الفيزياء PHYSICS

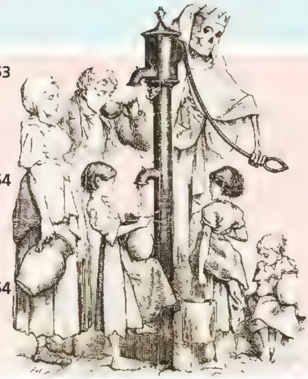
1851 يطرح الفيزيائي الإيرلندي الأصل جورج ستوكس (1819–1903) قانون ستوكس ويعبر عن القوة المطبقة على كرة صغيرة خلال سقوطها في سائل.

1852 يكتشف الفيزيائيان الإنجليزي **جيمس جول** (1818–89) والإسكتلندي وليام تومسون، **لورد كلفن** (1824–1907) ظاهرة جول – تومسون. تعنى الظاهرة بانخفاض درجة الحرارة عند تمدد الغاز خلال نفثة عبر فتحة ضيقة إلى منطقة ضغطها أقل (مبدأ عمل الثلاجات الحديثة).

1853 يفسر الكيميائي والفيزيائي الألماني هنريخ ماغنوس (1802–70) ظاهرة ماغنوس – القوة الجانبية المؤثرة على كرة دوارة (كما يلاحظ ذلك لاعبو البيسبول والغولف).

1854 يحسب الفلكي الإنجليزي جورج أيري (1801–92) كتلة الأرض بقياس عجلة الجاذبية الأرضية.

صورة كاريكاتيرية معاصرة تظهر الموت بنفث الكوليرا في مياه الشرب.



العلوم الحيوية والطب BIOLOGY AND MEDICINE

1852 يكتشف عالم الحيوان الإنجليزي ريتشارد أوين (1804–92) الغدد جنب – درقية وذلك من خلال فحصه عنق حيوان وحيد القرن.

1852 يشرح عالما الفسيولوجيا الألمانيان جورج مايسنر (1829–1905) ورودولف فاجنر (1805–64) جسيمات مايسنر، وهي المستقبلات في الجلد التي تكشف عن الضغط الخفيف المطبق عليه.

1853 اكتشاف أكبر شجرة في العالم، السكوية الجبارة، في كاليفورنيا ويطلق عليها مسمى *ولنغتونيا العملاقة* (تسمى الآن *السكوية الجبارة*).

1854 يحدد الطبيب الإنجليزي جون سنو (1813–58) بشكل قاطع العلاقة بين الكوليرا وتلوث مياه الشرب خلال انتشار الوباء في لندن.

1854 يستحدث الطبيب الهولندي أنتونيوس ماثيسن (1805–78) الجبيرة الجصية لتثبيت الأوصال المكسورة لمنعها من الحركة خلال فترة إلتئامها.

الهندسة والاختراعات ENGINEERING AND INVENTION



يعرض إليشا أوتس مصعده الآمن – أول استخدام له كان عام 1852 وذلك ضمن نشاطات معرض التجارة الدولي في نيويورك.

1851 يبتكر طبيب الأسنان الإنجليزي جون ألن (1810–92) طقم الأسنان الاصطناعية ويتكون من قاعدة من البلاتين وأسنان من البورسلان.

1852 يسجل المخترع الأمريكي **إليشا أوتس** (1811–61) براءة اختراع المصعد الآمن، ويُنصب أول مصعد في مدينة يونكرز بولاية نيويورك عام 1857.

1852 يشيد المهندس الفرنسي هنري جفارد (1825–82) سفينة فضاء غير جاسئة وقودها الهيدروجين وتضم دفة تحكم، يطلق مسمى مركبة الفضاء على الآلة.

1853 يشيد المخترع الإنجليزي **جورج كيلي** (1773–1857) طائرة شراعية بدون محرك تتسع لراكب واحد.

1854 ينتج صانعا الأسلحة الأمريكيان هوريس سميث (1808–93) ودانيال وسون (1825–1906) مسدساً خرطوشياً أحادي الفعل. (براءة اختراع 1856).

THE GREAT EXHIBITION المعرض العظيم



يعتبر المعرض العظيم، الذي أقيم في لندن عام 1851، أول معرض دولي صمم لإبراز مدى الإنجازات البشرية. لكنه في حقيقته ركّز على العلوم والتكنولوجيا وبلغت نسبة العروض البريطانية والأقطار المنضوية تحت لواء إمبراطوريتها أكثر من النصف.



▲ أصدرت شركة ألمانية لصناعة مكابس القطع النقدية مسكوكة معدنية على شكل قلادة تذكارية لإقامة المعرض العظيم في لندن.

أصبح الأمير ألبرت (1819–61)، زوج الملكة فيكتوريا، عام 1843 رئيساً للجمعية الملكية للفنون. خطرت على باله بعد ست سنوات فكرة إقامة معرض تعرض فيه «صناعات الأمم كلها». تميز العصر– بنهاية عصر الثورة الصناعية – بتمركز الصناعة في بريطانيا، مما جعلها جديرة بوصفها مشغل العالم. قدمت الملكة فيكتوريا أول مساهمة مالية للمشروع . وعلى إثر ذلك تقاطر كبار رجالات الصناعة بمساهماتهم لجمع 80,000 جنيه استرليني وهو المبلغ اللازم لتشييد المبنى الجديد.

كلف المعماري الإنجليزي جوزف باكستون (1801–65) بتصميم المبنى العظيم الذي يضم المعرض، والذي شيد في حديقة هايد بارك في لندن (لم تحظ التصميمات السابقة، وعددها 245 تصميماً، التي قدمت في مسابقة لهذا الغرض، بالقبول). ولإظهار تكنولوجيا العصر، صمم باكستون مبنى مكوناً بالكامل من أجزاء جاهزة من الحديد والزجاج، وعرف المبنى بالقصر البلوري، كريستال بالاس. (استحدثت الاسم المجلة الساخرة بنتش). كان والد باكستون مزارعاً، ولذا بدأ هو حياته العملية بالعمل حدائقياً وعكف على تصميم المحميات الزراعية الدافئة والبيوت الزجاجية. كان القصر البلوري «عظيماً» بكل المعايير. بلغ طول القصر 1,847 قدماً (563م) وعرضه 407 أقدام (124 م) وزاد ارتفاعه عن 100 قدم (30.5 م). استند البناء على أكثر من 3,000 عمود حديدي و2,000 في العوارض مدعومة بأحزمة زجاجية ناهزت مساحتها 903,840 قدماً مربعاً (84,000 م^2) – ما يكفي لتغطية 17 ملعباً لكرة القدم الأمريكية. إنعكس أثر تصميم المبنى على مباني محطات القطارات في أوروبا.

شارك في المعرض حوالي 14,000 شركة عرضت أكثر من 100,000 عينة من منتجاتها الصناعية. شملت المعروضات كل ما يمكن تصوره بدءاً من الآلات الثقيلة مثل مكابس الطباعة والقاطرات والآلات الهيدروليكية إلى منتوجات صغيرة للغاية مثل سكاكين الموائد والمجوهرات. بلغ عدد

تواريخ مفصلية

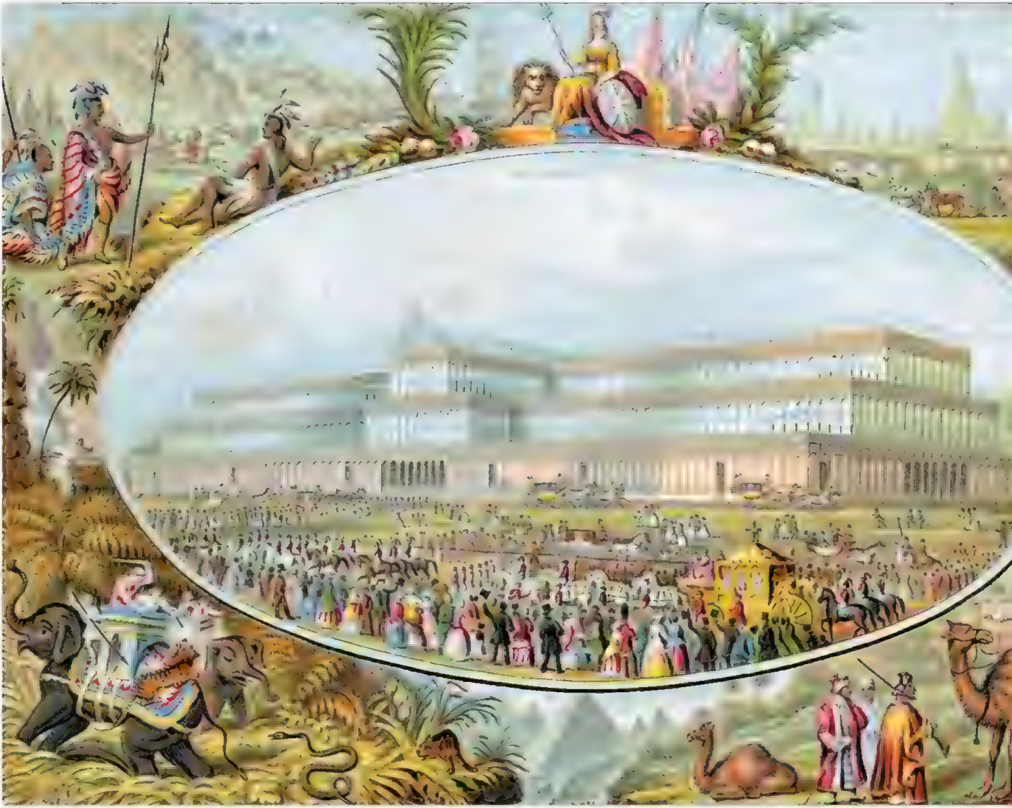
- **1851** المعرض الكبير في لندن .
- **1853** معرض التجارة الدولي في نيويورك .
- **1855** المهرجان الدولي في باريس (اقيم أيضا في الأعوام (1867، 1878، 1889)
- **1873** المعرض الدولي في فيينا.
- **1876** المهرجان المئوي في فيلادلفيا.
- **1893** المعرض الكولومبي الدولي في شيكاغو.

القصر البلوري في نيويورك

شيد قصر نيويورك البلوري بمناسبة إقامة مهرجان التجارة الدولي في نيويورك عام 1853. أتخذ الشكل المعماري للمبنى نمط القصر البلوري الأصلي في لندن ولكن بأبعاد أقل. وعلى نسق مبنى جوزف باكستون تكون قصر نيويورك من وحدات جاهزة من الحديد المصبوب (حديد الزهر) والكثير من الزجاج للسماح للضوء بالنفاذ إلى داخله. كان الأثرياء يحضرون المعرض بعرباتهم الخاصة، ونظراً لعدم وجود محطة سكك حديدية قريبة توافد الآلاف من الجماهير على متن حافلات وترامات تجرها الجياد (ترى في الخلفية) .



REPRESENTATION OF THE NEW YORK CRYSTAL PALACE



▲ افتتحت الملكة فكتوريا المعرض العظيم في الأول من مايو عام 1851. في هذه اللوحة المعاصرة تظهر بريطانيا والأسد البريطاني جالسين فوق الإطار، محاطين برموز الإمبراطورية البريطانية.

المنتوجات المعروضة من الولايات المتحدة 560 منتجاً من بينها آلة سايروس ماكرومك (1809–84) ومسدس صامويل كولت (1814–62) متعدد الطلقات. ضمت المنتوجات الأمريكية أيضاً علكة التبغ التي اعتبرت ذات هوية أمريكية بحتة. من جانبها عرضت فرنسا 1,700 منتج. استمر المعرض على مدى 23 أسبوعاً استقبل خلالها ما يربو على 6 ملايين زائر (توافدت غالبية الزوار على المعرض بالقطارات). نجح المعرض أيما نجاح، بل وحقق أرباحاً كذلك .

كان المعرض الكبير عام 1851 أول معرض من بين مجموعة من المعارض الدولية التي أقيمت في أوروبا وأمريكا الشمالية خلال القرن التاسع عشر (أطلق البعض مسمى الاستعراض أو المهرجان على هذه المعارض) – على سبيل المثال معارض فيينا وباريس ونيويورك وشيكاغو. ومن أكبر المعارض التي تلت المعرض العظيم المعرض الذي أقيم في شيكاغو خلال الفترة من الأول من مايو وحتى الثلاثين من أكتوبر عام 1893. سُمي معرض شيكاغو المعرض الكولومبي الدولي عاكساً الاحتفال بمرور 400 سنة على اكتشاف أمريكا. قامت مجموعة من معماريي الساحل الشرقي بإعداد مخطط موقع المعرض قبل ثلاث سنوات من موعد إقامته، ونتج عن تعاون هذه المجموعة بناء 150 مبنى أصبحت تعرف فيما بعد بالمدينة البيضاء (وايت ستي). صممت المباني بواجهات بيضاء ناعمة على نمط المعمار الأمريكي التقليدي، وبالأسلوب المعروف ببلاط الشرف، حول هور اصطناعي (بحيرة اصطناعية) يفتح على بحيرة متشغان. احتوى الطريق إلى البحيرة أعمدة على جانبيه. شكل النمط الموحد لمباني المعرض بداية ما يعرف بعصر الفنون الجميلة في أمريكا الذي هيمن أسلوبه المعماري على تصميم مراكز المدن الأمريكية في السنوات الأربعين التالية.

هدم القصر البلوري الأصلي عام 1852 وأعيد بناؤه على التلال القريبة من سايدنهام جنوبي لندن ليكون مقراً للمعارض في المهرجانات الأخرى وبقي حتى دماره في حريق عام 1936. ومازالت المقاطعة اللندنية حيث كان المبنى يقف فيها تعرف بالكريستال ستي.

علم الفلك والرياضيات ASTRONOMY AND MATH

1857 يضع الفيزيائي الإسكتلندي جيمس كلرك ماكسويل (1831–79) فرضية حول طبيعة حلقات كوكب زحل (تتكون من ملايين الجسيمات الصغيرة تدور حول الكوكب).

1857 يستحدث الفيزيائي الفرنسي ليون فوكول (1819–68) طريقة لفضفضة الزجاج لاستخدامها مرايا للمقاريب. يحل الزجاج المفضفض محل المرايا المعدنية في المقاريب العاكسة.

1858 يرصد الفلكي الإيطالي جيامبابتستا دوناتي (1826–73) مذنب دوناتي وزمنه الدوري حوالي 2.000 سنة. دوناتي أول مذنب يتم التقاط صورة له. (قام بالتقاط الصور الفلكي الإنجليزي وليام أشروود).

الكيمياء CHEMISTRY

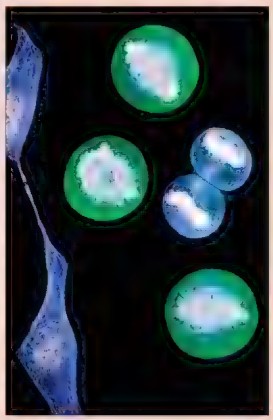
1855 يبتكر الكيميائي الإنجليزي ألكساندر باركس (1813–90) السيليلويد (تسجيل براءة اختراع عام 1856). يسوق المنتج في وقت لاحق في بريطانيا تحت اسم باركسأين أو زايلونايت. ويستخدم بديلاً عن العاج في تصنيع كرات البليارد ومفاتيح البيانو.

1855 يبرهن الكيميائي والفيزيائي من إيرلندا الشمالية توماس أندروز (1813–85) على أن الأوزون آلتروبٌ (مكون جزيئي) من الأكسجين الثلاثي (O_3).

1856 يستحدث الكيميائي الإنجليزي وليام بيركن (1838–1907) الميوفين، وهو أول نوع يستحدث من أصباغ الأنيلين. يشكل المنتج المادة الرئيسة في الصناعة الضخمة لأصباغ الأنيلين.

الفيزياء PHYSICS

تتكاثر الخلايا من خلال إنقسامها كما لاحظ ذلك، ولأول مرة، رودولف فيرتشو عام 1855. وعملية التضاعف المتسارع غير المتحكم بها للخلايا نمط من أنماط تضخم الورم السرطاني. تبين الصورة المجهرية أطواراً مختلفة لانقسام الخلايا السرطانية. عززت الصورة باستخدام مضادات جسيمية تلصق أصباغاً مفلورة (متوهجة) بتركيبات خلوية معينة، وبذلك تضاء هذه الخلايا.



1855 يبرهن الجيوفيزيائي الإنجليزي جون برات (1809–71) على ثبوت قيمة عجلة الجاذبية الأرضية في جميع النقاط على مستوى سطح البحر. (تختلف القيمة على سطح الأرض بحسب الارتفاع عن مستوى البحر).

1856 يصك الفيزيائي الإسكتلندي وليام تومسون، **لورد كلفن** (1824–1907) مصطلح «الطاقة الحركية» لوصف الطاقة المصاحبة للحركة.

1859 يلاحظ الفيزيائي وعالم الرياضيات الألماني جوليوس بلكر (1801 – 68) وميض وهج أخضر ينتج عند تطبيق فرق جهد كهربائي بين قطبين موضوعين في وعاء زجاجي يحتوي غازاً تحت ضغط منخفض. يستنتج أن الوهج صادر من المهبط (الكاثود) ويبرهن على انحراف أشعته تحت تأثير مجال مغناطيسي خارجي.

العلوم الحيوية والطب BIOLOGY AND MEDICINE

1855 يلاحظ عالم الأمراض الألماني رودولف فيرتشو (1821–1902) أن تكاثر الخلايا ينتج عن انقسامها.

1855 يصف الطبيب الإنجليزي توماس أديسون (1793–1860) داء الغدة الكظرية، الذي يسمى فيما بعد بداء أديسون. كما يصف في السنة نفسها مرض فقر الدم الخبيث.

1855 يبرهن عالم الفسيولوجيا الفرنسي كلود بيرنار (1813–78) على إمكانية استخدام الكورار، الذي يستخدم في تسميم نصال السهام، لارتخاء العضلات.

1856 يصبح الطبيب الألماني كارل لودفغ (1816–95) أول إنسان يتمكن من إبقاء أعضاء الحيوانات حية خارجها، وذلك بضخ الدم إليها.

1856 يكتشف عمال الحفريات في كهف في وادي نهر نياندر قرب دوسلدورف بألمانيا بقايا إنسان نياندرثال.

1856 يبرهن الطبيب الفرنسي إديميه فولبيه (1826–87) على أن كلوريد الحديديك يلطخ النسيج الداخلي للكليتين باللون الأخضر. يلاحظ التفاعل نفسه أيضاً على الدم الخارج من الغدة الكظرية.

الهندسة والاختراعات ENGINEERING AND INVENTION

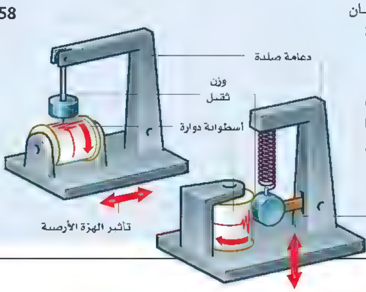
1855 يسجل الكيميائي السويدي يوهان لوندستروم (1815–88) براءة اختراع عود الثقاب الأمن.

1855 يصمم الفيزيائي الإيطالي لويجي بالميري (1807–96) السيزموغراف، جهاز للكشف عن الزلازل وقياس شدتها.

1856 يطور صانع الفولاذ الإنجليزي هنري بسيمير (1813 – 98) مُحول بسيمير لتصنيع الفولاذ من الحديد.

1857 يبتكر المخترع الإنجليزي إدوارد كاوبر (1819–93) موقد فرن الصهر وبذلك يطور عملية تصنيع الفولاذ.

1858 ينظم المهندس الإنجليزي تشارلز برايت (1832–88) عملية وضع أول كابل برقي تحت الماء عبر المحيط الأطلسي.

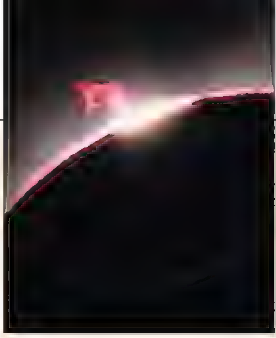


صمم أول سيزموغراف لرصد الهزات الأرضية عام 1855. وفي الصورة نوعان مختلفان من هذا الجهاز.

علم الفلك والرياضيات ASTRONOMY AND MATH

1859 يصوغ الفلكي الألماني غوستاف سبورر (1822–95) قانون سبورر وينص على أن البقع الشمسية خلال دورتها تتحرك تدريجياً نحو خطوط العرض الدنيا للشمس (أقرب إلى خط استواء الشمس).

1859 يرصد الفلكي الإنجليزي ريتشارد كارنغتون (1826–75) ألسنة اللهب في الكرة اللونية – كروموسفير (الغلاف الخارجي) للشمس.



يظهر اللهب الشمسي أكثر وضوحاً خلال كسوف الشمس.

الكيمياء CHEMISTRY

1858 يبرهن الكيميائي الألماني فريدريك كيكول (1829–96) على أن عدد التكافؤ الطبيعي للكربون أربعة. يضع الاكتشاف أساس علم الكيمياء العضوية النظرية.

1858 يميز الكيميائي الإيطالي ستانيسلاو كانيزارو (1826–1910) بين مصطلحي الوزن الذري والوزن الجزيئي، و يؤسس بذلك لحساب التفاعلات الكيميائية على أساس المصطلحين.

1859 يركب الكيميائي الألماني هيرمان كولب (1818–84) حمض الصفصاف (حمض الأستيل)، مؤدياً إلى إنتاج الأسبرين على المستوى التجاري، وهو أول ترياق اصطناعي.

الفيزياء PHYSICS

1859 يبتكر الفيزيائي والمهندس الإسكتلندي وليام رانكن (1820–72) دورة رانكن للآلات الحرارية، مما يوفر طريقة لحساب كفاءة الآلات البخارية.



يعرض لوي باستور (ماسكاً أنبوب إختبار) تسبب كائنات محهرية لعملية التخمر، وهو ما اكتشفه عام 1857.

العلوم الحيوية والطب BIOLOGY AND MEDICINE

ولكن ليس على الدم الأورطي الداخل إلى الغدة. يستنتج من ذلك أن النسيج الداخلي ينتج مادة تدخل في الدورة الدموية.

1857 يثبت الكيميائي الفرنسي **لوي باستور** (1822–95) أن التخمر تسببه كائنات مجهرية.

1858 ينشر عالم التشريح الإنجليزي هنري غري (1825–61) مؤلفه *تشريح الجسم البشري*، ويعرف الكتاب بمسمى تشريح غري.

1858 يصف طبيب الأعصاب الفرنسي غيوم دويتشنيه (1806–75) أعراض مرض الخِلاع، وهو مرض يصيب النخاع الشوكي (المترجم: مسبباً عدم القدرة على التحكم في الحركات الإرادية)، ويمكن أن يعود السبب إلى الإصابة بالسفلس.

1858 يكتشف عالم الفسيولوجيا الهولندي فرانز دوندرز (1818 89) أسباب مرض الطمس (طول النظر).

1859 ينشر عالم الطبيعيات الإنجليزي ***تشارلز داروِن*** (1809–82) كتاب *أصل الأنواع*، ويطرح فيه نظريته في التطور.

الهندسة والاختراعات ENGINEERING AND INVENTION

1858 إنطلاق الباخرة *س. س. جريت بريتن* من إنجلترا، وهي من تصميم المهندس الإنجليزي **اسمبارد برونل** (1806–59) واعتبرت وقتها أضخم سفينة في العالم.

1859 يطور رجل الصناعة الأمريكي جورج بولمان (1831–97) فكرة سيارة بولمان للمبيت (كرفان)، لاستخدامه على الطرقات.

1859 تشييد أول سفينة حربية مدرعة في فرنسا (بدن السفينة من الخشب)، ويطلق عليها اسم *لا غلوري (المجد)*.



يقف إدوين دريك (مقدمة الصورة إلى اليمين) أمام أول بئر نفطية حفرها.

1859 يصمم المهندس البلجيكي إتيينيه لينو (1822–1900) آلة احتراق داخلي تعمل بالغاز.

1859 يحفر رائد الصناعة النفطية الأمريكي إدوين دريك (1819–80) أول بئر نفطية في ولاية بنسلفانيا.

1859 ينتج الكيميائي الفرنسي غاستو بلانت (1834–89) مركم الحمض الرصاصي. يصبح المركم بطارية شائعة الاستخدام في السيارات.

MENDEL AND GENETICS مندل وعلم الجينات

يعتبر علم الجينات اليوم أحد أهم الحقول العلمية الرئيسة. تشمل تطبيقات علم الجينات مجالات الزراعة وعلوم الأحياء والطب بل وحتى تطبيق القانون. لكن بدايات هذا العلم اتسم ببداية متواضعة، إذ بدأ في حديقة دير منعزل في النمسا مع التجارب التي أجراها غريغور مندل باستزراعه نباتات البقوليات .



▲ كان الاسم الأصلي لغريغور مندل يوهان مندل، لكنه غير اسمه عند التحاقه بالدير عام 1843. مهدت تجاربه على نباتات البازلاء لتأسس علم الجينات الحديث.

ولد غريغور مندل (1822–84) في هايزندورف في مقاطعة سليسيا النمساوية (الهرسك في جمهورية التشيك حالياً). التحق بالكلية قبل انضمامه إلى دار أوغستينيان للرهبان عام 1843. بحلول عام 1868 عين راعياً لدير في برن (برنو حالياً). انصب اهتمامه على التهجين واستزراع النباتات عام 1856. وخلال السنوات الست التالية قام مندل باستزراع 30,000 نبتة بتخصيبها صناعياً عبر نقل حبوب لقاح زهرة نبات ما إلى نباتات أخرى. ومن بين أمثلة عمله تهجينه نباتات تتسم بالطول مع نباتات أقصر منها. قام مندل بعد عملية مزاوجة هذه النباتات بحساب عدد النباتات الطويلة والقصيرة الناتجة في الجيل التالي والأجيال اللاحقة. توصل مندل إلى أن الجيل الأول من نتاج النباتات المهجنة تميز بأكمله بالطول، لكن الجيل الثاني ضم النباتات الطويلة والقصيرة بنسبة 3 إلى 1 على التوالي.

استنتج مندل أن كل نبات يحصل على «عاملين» وراثيين، عامل واحد من كلٍ من الأبوين. في الجيل الأول من المثال سالف الذكر حصلت كلُ حبة بازلاء من الأنسال على عامل الطول من أحد الأبوين وعامل القصر من الأب الآخر. لكن الجيل الأول بأكمله اتسم بالطول نظراً لهيمنة عامل الطول على عامل القصر (يسمى عامل القصر في هذا المثال بالصفة المتنحية). لكن العامل المتنحي يمكن له أن يظهر في الأجيال التالية إذا اتحد إثنان منهما في حبة بازلاء واحدة، كما ظهر في النباتات القصيرة من الجيل الثاني.

أدت هذه الملاحظات إلى طرح مندل قانونين مفاد القانون الأول (قانون العزل) أن العاملين المميزين للوراثة ينفصلان ويمران بطورين مختلفين (البويضة والخلية المنوية). وينص قانون التنسيق المستقل على انفصال زوجي العاملين عن بعضهما خلال مرحلة تكوين جنين البذرة. عرض مندل عام 1865 نتائجه على جمعية برون للتاريخ الطبيعي ونشرها في دورية الجمعية في العام التالي. لم يبد أحدٌ اهتماماً بنتائج مندل الذي استمر ولعه بعلم النبات، لكن هذا الإهتمام لم يحتل المكانة الرئيسة في حياته نظراً لازدياد مسؤولياته الدينية والإدارية للدير.

تُعرف «عوامل» مندل في العلم الحديث بالأليلات، وهي أشكال بديلة من الجينات. ففي كل خلية للكائنات الحية نوعين من الأليلات لكل جين، ترثهما الخلية من الأبوين (أليل واحد من كل أب)، ويحتل الأليلان موضعاً واحداً من الكروموسوم (الصبغيات). وفي العادة يكون أحد الأليلين مهيمناً والآخر متنحياً. لكن الخلية الجنينية (الجامت) – البويضة أو الخلية المنوية – تحتوي على

تواريخ مفصلية

1856 بدء تجارب مندل على نباتات البازلاء.

1865 تقرير مندل عن نتائجه إلى جمعية برون للتاريخ الطبيعي .

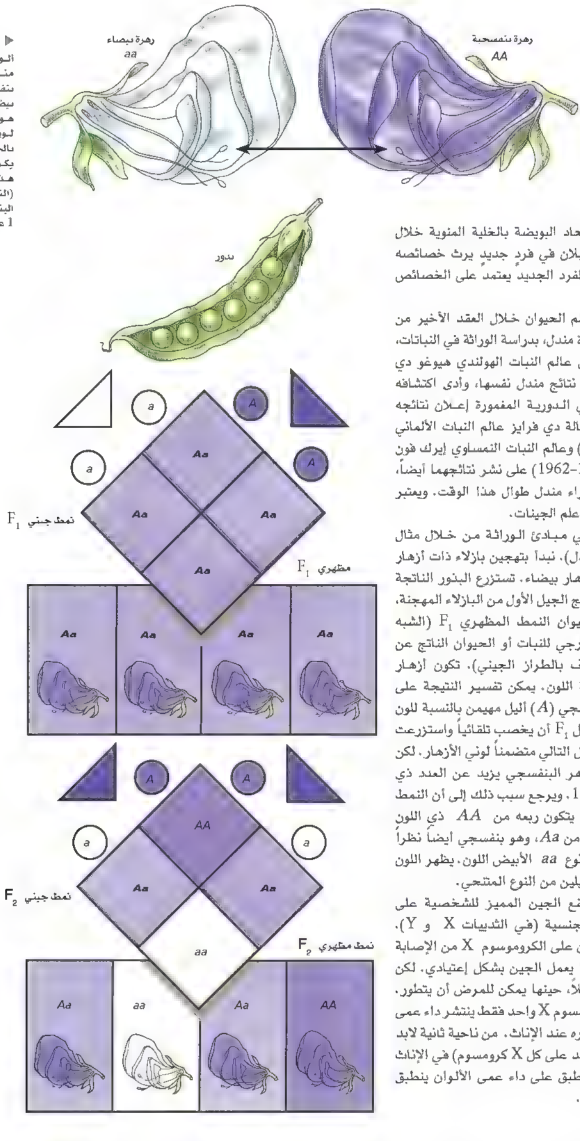
1866 نشر نتائج مندل.

1900 تأكيد نتائج مندل بحسب أبحاث دي فرايز وكارل كورنز وتشيرماك – سيسنغ.

القط الأرقط

جميع القطط الرقطاء إناث. يبين الرسم التوضيحي آلية مزج اللونين الأسود والبني الزنجبيلي. يحمل الكروموسوم X صبغة الجينات السوداء والزنجبيلية. وبالنسبة للون الزنجبيلي يعتبر الأسود (B) مهيمناً بالنسبة للزنجبيلي (b) ، تمتلك الإناث كروموسومين من النوع X، ولذلك يمكن للإناث أن تكون سوداء (BB)، أو زنجبيلية اللون (bb) أو رقطاء (Bb). أما الذكور فلا تمتلك الا كروموسوم X واحد (وكروموسوم Y واحد)، وبذلك فلا يمكن لها إلا ان تكون سوداء (B) أو زنجبيلية اللون (b). وعليه فلا يمكن لذكور القطط أن تكون رقطاء – الذي يستدعي الحصول عليه اليلين، أليل أسود (B) وآخر زنجبيلي (b) – نظراً لامتلاكها كروموسوماً صبغياً واحداً من النوع X . وعلى هذا المنوال فإن تزاوج قطة رقطاء مع قط زنجبيلي تبرز احتمالات ثلاثة للأنسال: ذكر أو أنثى زنجبيلي اللون، ذكر أسود اللون أو قطة أنثى رقطاء اللون.





◀ يبين المخطط كيفية تخمين ألوان الأنسال باستخدام قوانين مندل عند تهجين حبوب بازلاء بنفسجية الأزهار مع حبوب بازلاء بيضاء الألوان. اللون البنفسجي هو اللون المهيمن، ولذلك فإن لون الجيل الأول بأكمله (يعرف بالجيل ذي النمط المظهري F_1) يكون بنفسجياً. لكن عند تزاوج هذا الجيل، يأتي الجيل الثاني (النمط المظهري F_2) باللونين البنفسجي والأبيض بنسبة 3 إلى 1 على التوالي.

أليلٍ واحدٍ فقط. عند اتحاد البويضة بالخلية المنوية خلال عملية التخصيب يتحد الأليلان في فردٍ جديدٍ يرث خصائصه من أبوية. لكن مظهر هذا الفرد الجديد يعتمد على الخصائص المهيمنة (إن وجدت).

قام عدد من علماء علم الحيوان خلال العقد الأخير من القرن التاسع عشر، بعد وفاة مندل، بدراسة الوراثة في النباتات، وبمعزل عن بعضهم. توصل عالم النبات الهولندي هيوغو دي فرايز (1848–1935) إلى نتائج مندل نفسها، وأدى اكتشافه العرضي لمقالة مندل في الدورية المغمورة إعلان نتائجه عام 1900. كما حفزت مقالة دي فرايز عالم النبات الألماني كارل كورنز (1864-1933) وعالم النبات النمساوي إيرك فون تشيرماك – سيسنغ (1871–1962) على نشر نتائجهما أيضاً، والتي برهنت على صحة آراء مندل طوال هذا الوقت. ويعتبر العلماء الأربعة من مؤسسي علم الجينات.

يبين الرسم التوضيحي مبادئ الوراثة من خلال مثال نبات البازلاء (كما فعل مندل). نبدأ بتهجين بازلاء ذات أزهار بنفسجية مع بازلاء ذات أزهار بيضاء. تستزرع البذور الناتجة عن عملية التهجين هذه لتنتج الجيل الأول من البازلاء المهجنة، ما يسميه علماء علم الحيوان النمط المظهري F_1 (الشبه المظهري هو المظهر الخارجي للنبات أو الحيوان الناتج عن الخارطة الجينية والمعروف بالطراز الجيني). تكون أزهار الجيل الأول كلها بنفسجية اللون. يمكن تفسير النتيجة على اعتبار أن أليل اللون البنفسجي (A) أليل مهيمن بالنسبة للون الأبيض (a). إذا سمح للجيل F_1 أن يخصب تلقائياً واستزرعت البذور المخصبة يأتي الجيل التالي متضمناً لوني الأزهار. لكن عدد الجيل الثاني ذي الزهر البنفسجي يزيد عن العدد ذي اللون الأبيض بنسبة 3 إلى 1. ويرجع سبب ذلك إلى أن النمط المظهري للجيل الثاني F_2 يتكون ربعه من AA ذي اللون البنفسجي وربعيه (نصفه) من Aa، وهو بنفسجي أيضاً نظراً لهيمنته، والربع الأخير من نوع aa الأبيض اللون. يظهر اللون الأبيض فقط عند اتحاد أليلين من النوع المتنحي.

في بعض الأحيان يقع الجين المميز للشخصية على واحد من الكروموسومات الجنسية (في الثدييات X و Y). على سبيل المثال يمنع جين على الكروموسوم X من الإصابة بعمى الألوان، وذلك عندما يعمل الجين بشكل إعتيادي. لكن إذا كان أحد الأليلات مختلاً، حينها يمكن للمرض أن يتطور. ونظراً لامتلاك الذكور كروموسوم X واحد فقط ينتشر داء عمى الألوان بينهم أكثر من إنتشاره عند الإناث. من ناحية ثانية لابد من عطب كلا الأليلين (واحد على كل X كروموسوم) في الإناث حتى يصبن بالداء. وما ينطبق على داء عمى الألوان ينطبق أيضاً على مرض الناعورية.

علم الفلك والرياضيات ASTRONOMY AND MATH

1860 يبرهن الفلكي والمخترع الإنجليزي وارين دي لارو (1815–89) على أن الشواظ الذي يظهر خلال كسوف الشمس مرتبط بخصائص سطحها.

1861 يرصد الفلكي الأسترالي جون تيبوت (1834–1916) مذنب تيبوت ذا الزمن الدوري الطويل. تمر الأرض خلال ذيل المذنب – وهو أول مرة تشاهد فيه هذه الظاهرة.

1862 يكتشف الفلكي والفيزيائي السويدي أندرز أنغستروم (1814–74) الهيدروجين في الغلاف الجوي للشمس (مستخدماً المطياف).

الكيمياء CHEMISTRY

1860 يستحدث الكيميائي الألماني روبرت بنزن (1811–99) بالتعاون مع الفيزيائي الألماني غوستاف كيرتشوف (1824–87) تقانة لتحليل المواد باستخدام الطيف المنبعث عند توهجها. وباستخدام هذه التقانة اكتشف الرجلان عنصر السيزيوم وفي السنة التالية عنصر الروبيديوم.

1860 يكتشف الكيميائي الألماني يوهان غريس (1829–88) المركبات الديازوية (مركبات عضوية تحتوي النيتروجين). يصنع غريس في مرحلة لاحقة أصباغاً تعرف بالاصباغ النيتروجينية (الأزوتية).

1861 يكتشف الفيزيائي الإنجليزي **وليام كروكس** (1832–1919) عنصر الثاليوم باستخدام تقانة التحليل الطيفي التي ابتدعها **روبرت بنزن** (1811–99).



اكتشف وليام كروكس عنصر الثاليوم بواسطة التحليل الطيفي.

الفيزياء PHYSICS

اكتشف روبرت بنزن وغوستاف كيرتشوف عناصر جديدة باستخدام التحليل الطيفي. عند تسخين عنصر كيميائي إلى درجات حرارة مرتفعة جداً، «تقفز» إلكتروناته إلى مستويات أعلى للطاقة. وعند عودة هذه الإلكترونات إلى مستواها الأصلي ينبعث ضوء ذو طول موجي مميز لكل عنصر. يظهر الإختلاف في الطول الموجي في المطياف على شكل خطوط ذات ألوان مختلفة (خطوط الطيف). تأخذ أطياف كل عنصر نمطاً معيناً، وبذلك تمثل بصمة للعنصر يمكن استخدامها للتعرف عليه.



1860 يعرض الكيميائي والفيزيائي الإنجليزي *مايكل فارادي* (1791–1867) بحثه العلمي المعنون «تأثير الضغط على درجة الإنصهار»، وذلك أمام الجمعية الملكية، شارحاً في

العلوم الحيوية والطب BIOLOGY AND MEDICINE

1860 اكتشاف أول أحفور لكائن يسمى *آركايوبترسكس* (من الزواحف التي يمكنها الطيران ويعود إلى عصور ما قبل التاريخ ويشترك مع الطيور في بعض الخصائص) في مقلع للحجارة في ألمانيا.

1860 تؤسس الممرضة الإنجليزية فلورنس نايتنغيل (1820–1910) أول معهد في العالم لتدريب الممرضات، وذلك في مدينة لندن.

1861 يصف الجراح وعالم الأنثروبولوجيا الفرنسي بول بروك (1824–80) منطقة بروك، وهي منطقة تقع في الجزء الأيسر من الدماغ مسؤولة عن التحكم في النطق.

1861 يعرف عالم التشريح الألماني ماكس شولتس (1825–74) الخلية باعتبارها نواة محاطة بالبروتوبلازما الحية.

سجل غاتلنغ براءة اختراع بندقية عام 1862، وهي أول محاولة ناجحة لإنتاج البندقية الرشاشة.



الهندسة والاختراعات ENGINEERING AND INVENTION

1860 تدشين الباخرة الملكية ووريير (*المحارب*) وهي أول سفينة مدرعة حديدية الهيكل في العالم. الباخرة من تصميم المهندس الإسكتلندي جون رسل (1808–82)

1860 يستحدث عالم النبات الألماني جوليوس فون ساشز (1832–97) أسلوب الزراعة المائية، وهو أسلوب لزراعة النباتات دون تربة وباستخدام الماء والسماد الكيميائي.

1860 الانتهاء من بناء جسر كابن جون، وهو أطول جسر مقوس في العالم ومن تصميم المهندس الأمريكي مونتغمري ميغز (1816–92) .

1861 يشيد الأسترالي الإسكتلندي الأصل جيمس هاريسون (1816–93) أول منشأة ضخمة لتجميد اللحوم يتم فيها إعداد اللحوم المجمدة لتصديرها إلى بريطانيا.

1861 تدشين خط برقي في الولايات المتحدة بين مدينة أوماها بولاية نبراسكا ومدينة كارسون بولاية نيفادا. يرتبط الخط البرقي بالشبكات المحلية للمدينتين لتغطي المنظومة الاتصالات عبر القارة.

1862 يسجل صانع البنادق الأمريكي ريتشارد غاتلنغ (1818–1903) براءة اختراع بندقية سريعة الطلقات ذات عشر مواسير.

انظر أيضا الغواصة **6**: 28-29؛ الجدول الدوري (للعناصر) **6**: 32-33؛ مخطط هيرتز برنغ – رسل **7**: 32-33؛ الرشاش **7**: 44-45

علم الفلك والرياضيات ASTRONOMY AND MATH

1862 يرصد الفلكيان الأمريكيان لويس سوفت (1820–1913) وهوريس توتل (1837–1923) مذنب سوفت – توتل، وهو المذنب المسؤول عن الاستعراض السنوي لزخات شهب بيرسايد.

1862 ينشر الفلكي الألماني فريدريك أرجلاندر (1799–1875) مؤلفه مسح بون، وهو قائمة تضم أكثر من 324,000 نجم.

1863 يبدأ القسيس اليسوعي والفلكي الإيطالي أنجلو سيتشي (1818–78) دراسة للنجوم استغرقت أربع سنوات، وأدت إلى استحداث نظام لتصنيفها بحسب نمطها الطيفي، وهي الطريقة المتبعة حتى اليوم.

الكيمياء CHEMISTRY

1861 يصك الكيميائي الإسكتلندي توماس غراهام (1805–69) مصطلح «الغرائيات» ليميز المواد المذابة في المحاليل المائية التي لاتنتشر خلال الأغشية البرشمانية (مثل النشا) عن تلك التي تنتشر (البلوريات، مثل ملح الطعام).

1862 يسجل الكيميائي البلجيكي أرنست سولفي (1838–1922) براءة اختراع معالجة صناعية لصنع الصودا (بيكروبونات الصوديوم) من الطباشير (بيكروبونات الكالسيوم) والملح (كلوريد الصوديوم). تعرف طريقة المعالجة بعملية سولفي أو عملية الأمونيا – الصودا.

1864 يصوغ الكيميائيان النرويجيان كاتو غولدبيرغ (1836–1902) وبيتر واج (1833–1900) قانون المفعول الكتلي. ينص القانون على أن معدل التفاعل الكيميائي يتناسب مع حاصل ضرب تركيز (الكتلة الفعالة) المركبات الداخلة في التفاعل.

الفيزياء PHYSICS

عرضه تجربة له انخفضت فيه درجة تجمد الماء بزيادة الضغط على العينة.

1863 يبدأ الكيميائي السويدي الفريد نوبل (1833–96) تجاربه على النيتروغلسرين. يستخدم في هذه التجارب سدادة خشبية مجوفة يملؤها بالبارود الأسود ويقوم بتفجيرها. ينجح بعد سنتين (1865) بتطوير التصميم باختراعه فلنسوة التفجير الزئبقية.

1863 ينشر الفيزيائي الأيرلندي جون تندال (1820–93) مؤلفه *الحرارة كطور من أطوار الحركة*، يطرح فيه فرضيات الفيزيائي الإسكتلندي جيمس كلرك ماكسويل (1831–79) في نظريته للحرارة، وذلك على شكل ثقافة علمية عامة.

1864 ينشر الفيزيائي الإسكتلندي جيمس كلرك ماكسويل (1831–79) العلاقات المعروفة بعلاقات ماكسويل، وهي مجموعة من العلاقات الرياضية لتفسير الظاهرات الكهرومغناطيسية.

العلوم الحيوية والطب BIOLOGY AND MEDICINE

1862 يعرّف عالم الطبيعيات الإنجليزي هنري بيتس (1825–1892) تمويه بيتس، وهي الطريقة التي تلجأ إليها الحيوانات غير المفترسة لتوفير حماية لها من صائديها بالتلون بلون حيوان مفترس.

1862 يبرهن الطبيب الألماني فيلكس هوب – سيلر (1825–95) على وجود الهيموغلوبين في الدم، الصبغيات حمراء اللون في الدم الناقلة للأكسجين.

1862 يبرهن عالم النبات الألماني جوليوس فون ساشز (1832–97) على إنتاج النشا في النباتات بواسطة عملية التمثيل الضوئي.

1863 يبرهن الطبيب الفرنسي كاسميه – جوزف ديفيان (1812–82) أن جسيمات مجهرية (عصية) تسبب مرض الجمرة الخبيثة (الأنثراكس).

1863 يصف طبيب الأعصاب الإنجليزي جون جاكسون (1835–1911) مرض الصرع الجاكسوني، وهو نوع موضعي من الاختلالات تتركز فيها التشنجات في مجموعة من العضلات.

الهندسة والاختراعات ENGINEERING AND INVENTION



يقف أهالي لندن في العصر الفكتوري بانتظار قطار الأنفاق الحديث.

1863 يبتكر الكيميائي الفرنسي **لوي باستور** (1822–95) عملية البسترة، التي تستخدم لقتل البكتيريا. طبقت الطريقة في البداية في صناعة النبيذ.

1863 يشيد المهندس الإسكتلندي روبرت فيرلي (1831–85) قاطرة فيرلي المفصلية، التي صممها بشكل خاص للسكك الحديدية الضيقة ذات التعرجات الحادة.

1863 يبتكر رجل الأعمال الأمريكي إبنيزير بترك (1826–1903) وزوجته إلين المخطط الورقي للألبسة

1863 إفتتاح أول قطار أنفاق في العالم، خط الميتروبولتان، في لندن وتسحب القطارات بواسطة قاطرة تعمل بالبخار.

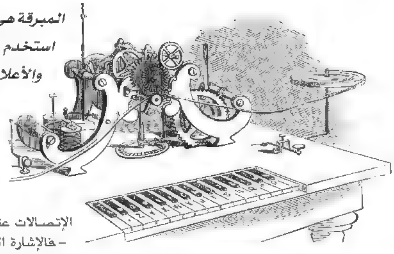
1863 تدشين الغواصة *لي بلونجيه* في فرنسا من تصميم المهندس الفرنسي سيمون بورجيو. يبلغ طول الغواصة 140 قدماً (42.6م) وتدار بالهواء المضغوط.

1864 يصنع المهندس الفرنسي بيير ميشو (1813–83) أول دراجة تدار بالأقدام.

1864 يستحدث المهندس الأمريكي وليام سيلرز (1824–1905) نظاماً عيارياً لحزوز البراغي في الولايات المتحدة.

المبرقة (التليغراف) الكهربائية
ELECTRIC TELEGRAPHS

المبرقة هي أول وسيلة تكنولوجية للتواصل الفوري على مدى مسافات تزيد من مدى الصوت البشري. استخدم الإنسان قبل ذلك الإشارات المرئية، من مثل الإشارة الدخانية لشعوب أمريكا الأصليين والأعلام أو الأنصوبات التي تدور حول محورها للبحرية البريطانية والتي تشبه أنصوبات الإشارة عند تقاطع السكك الحديدية.



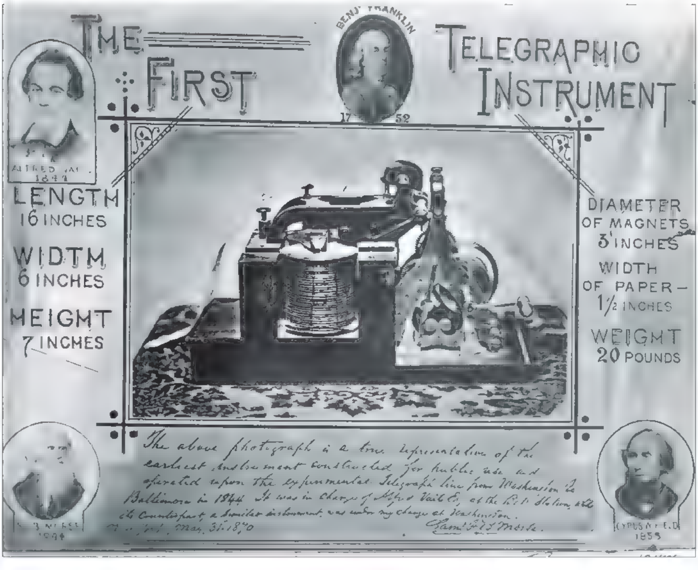
▲ تشبه مفاتيح مبرقة ديفيد هيوز الطابعة، التي ابتكرها عام 1855، مفاتيح البيانو. تطبع المبرقة الرسالة حرفاً حرفاً على طول لصمة ورقة.

يؤدي حلول الظلام والمدى المتدني للرؤية إلى عدم فاعلية الإشارات المرئية. لكن هذه الإشارات هي أسرع أنواع الإتصالات عند توافر ظروف الرؤية المناسبة – فالإشارة المرئية تقطع المسافة بين المرسل والمستقبل بسرعة الضوء. كما أن سرعة سريان التيار الكهربائي عبر سلك موصل تقارب سرعة الضوء أيضاً.

بُعيد اختراع الفيزيائي الإيطالي أليساندرو فولتا (1745–1827) البطارية صمم العالم الكاتاليني دون فرانسيسكو سالفا كامبيلو (1751–1828) عام 1804 نظاماً للاتصالات يضم 25 سلكاً – سلك لكل حروف من حروف الأبجدية، باستثناء الحرف K. وضع كامبيلو كل سلك في أنبوب يحتوي على ماء به حمض. ووصلت الإلكترودات (الأقطاب) الأخرى للأنابيب مع بعضها بسلك واحد يتصل طرفه الآخر بمركز البث (الإرسال). عند توصيل المرسل سلك الأقطاب المجمعة والسلك الآخر لأي أنبوب إلى البطارية (المركم) يمر تيار كهربائي عبر الدارة مؤدياً إلى تحلل الماء الحمضي كهربائياً عند المستقبل. وبذلك تظهر الفقاعات عند قطب الأنبوب الدال على إحدى حروف الأبجدية.

في عام 1809 صنع الفيزيائي الألماني صامويل فون سومرنغ (1775–1830) مبرقة شبيهة بمبرقة كامبيلو يغطي مداها 1.9 ميلاً (3 كم) مستخدماً 35 سلكاً. قام المبتكر الإنجليزي فرانسس رونالدز (1788–1873) عام 1816 بتطوير النظام المبرقي بحيث يحتاج سلكين فقط لتشغيله. عرض فرانسس اختراعه على البحرية البريطانية. بيد أن البحرية البريطانية لم تكن متحمسة لاختراعه مفضلة عليه نظامها التقليدي باستخدام الأنصرية اليدوية.

وفرت الاكتشافات في حقل الفيزياء مجالاً رحباً لتطوير المبرقة الكهربائية. ففي عام 1820 لاحظ الفيزيائي الدنماركي هانز أورستد (1777–1851) إنحراف إبرة المغناطيسية مرتكزة على محور قابل للدوران وذلك عند مرور تيار كهربائي في سلك موضوع قرب الإبرة. كما أن الفيزيائي الأمريكي **جوزف هنري** (1797–1878) تمكن من صنع مغناطيس كهربائي أعلى شدة بكثير من أنواع المغناطيس المعروفة في تلك الأيام. بحلول



◀ ضم المستقبل الأصلي لمبرقة صامويل مورس زوجاً من المغناطيسات الكهربائية عالية الشدة تقوم بتنشيط قلم لرسم نقطة أو شرطة على لفائف ورقية. استخدمت آلية الساعة لإدارة اللفائف في المبرقة.



عام 1835 توصل هنري إلى تصنيع مبرقة تجريبية تستخدم النبضات الكهربائية رموزاً للحروف الأبجدية. تمثل تأثير النبضات الكهربائية بحركة قطعة حديدية و«طقطقتها» تحت قوة المغناطيس الكهربائي عند المستقبل. وفي مرحلة لاحقة طور المتكر الأمريكي **صامويل مورس** (1791–1872) هذه الفكرة.

في الوقت نفسه إستند المخترع الروسي بافل تشلينغ (1786–1837) عام 1832 على اكتشاف أوريستد لصنع أول مبرقة أبرة مغناطيسية. استخدم تشلينغ ستة أسلاك مثبتة عليها إبر مغناطيسية تنحرف عند مرور تيار كهربائي في ملفات موضوعة قربها وتتحول بذلك إلى مغناطيسات كهربائية. لكن أحداً خارج مدينة سانت بيترسبيرغ لم يعر ابتكار تشلينغ أي إهتمام باستثناء الفيزيائيين كارل جاوس (1777–1855) وفلهلم وبر (1804–91) اللذان شاهدا عرضاً لابتكاره. في عام 1833 تمكن الفيزيائيان من إرسال إشارة برقية عبر مسافة 1.9 ميلاً (3 كم) مستعينين بنموذج مطور يستخدم سلكين فقط. وفي عام 1837 سجل الفيزيائيان الإنجليزيان تشارلز ويتستون (1802–75) ووليام كوك (1806–79) براءة اختراع مبرقة الإبرة المغناطيسية. استخدمت المبرقة الجديدة خمس إبر مغناطيسية تشير إلى حروف أبجدية مرسومة على قاعدة ماسية الشكل بتوافقيات مختلفة (بترتيبات مختلفة). ثبتت المبرقة في جزء من محطة السكك الحديدية لشركة غريت ويسترن عام 1838. وبحلول عام 1843 توصل الفيزيائيان الإنجليزيان إلى تقليص عدد الأسلاك إلى ثلاثة، كما طورا عام 1845 جهاز الاستقبال ليحتوي على إبرة مغناطيسية واحدة فقط. غطت المبرقة الجديدة عام 1852 مايربو على 4,040 ميلاً (6.500 كم) من المسافات بين محطات سكك الحديد التي ثبتت فيها هذه الأجهزة.

عرض مورس مبرقته ذات السلك الواحد عام 1838 ودشن أول تطبيق على المستوى التجاري لها عام 1844 من خلال توصيل محطتي القطارات في مدينة بلتيمور وواشنطن العاصمة اللتان تبعدان عن بعضهما مسافة 37 ميلاً (60 كم). لم تكن مبرقة مورس إلا تطويراً لنموذج هنري، لكن تمثل اسهامه الكبير في استحداثه نظام الشيفرة المكون من النقطة والشرطة الذي لقي قبولاً على مستوى العالم كنظام لإرسال الإشارات البرقية (والإشارات الراديوية فيما بعد). والمعروف أن النسخة النهائية لشيفرات مورس هي بالدرجة الأولى من وضع مساعده ألفريد فيل (1807–59).

خلال فترة قصيرة تشابكت خطوط المبرقات على امتداد ضواحي مدن أمريكا الشمالية وأوروبا، كما وضعت كوابل البرق تحت المسطحات المائية – عبر ميناء نيويورك عام 1845 وعبر القنال الإنجليزي عام 1851. في عام 1855 صنع المبتكر الأمريكي ديفيد هيوز (1831–1900) طابعة المبرقة، يقوم المرسل بطبع رسالته بالضغط على مفاتيح الطابعة فيستجيب كل مفتاح مقابل عند المستقبل بطباعة الحرف نفسه، وبذا تطبع الرسالة حرفاً بعد حرف. بدلت شركة وادي نيويورك ومسيسبي للبرق في الولايات المتحدة اسمها عام 1856 إلى شركة ويسترن يونيون للبرق تدليلاً على اتصال خطوط البرق من غرب الولايات المتحدة إلى شرقها. ومن حينها أخذت المبرقة مكانها باعتبارها الوسيلة الرئيسة للإتصالات المحلية والعالمية حتى تفوق عليها الهاتف والمذياع. (المترجم: وفي العصر الحالي هيمنت الشبكة العنكبوتية والهواتف المحمولة على قطاع الاتصالات)

▲ كانت مكاتب البرق، مثل مكتب لندن في الصورة، من أولى أماكن العمل التي وظفت النساء، وذلك خارج نطاق المحلات التجارية والمصانع.

تواريخ مفصلية

1804 المبرقة الإلكتروليتية ذات الـ 25 سلكا.

1816 المبرقة الإلكتروليتية ذات السلكين.

1829 المغناطيس الكهربائي المطور.

1833 المبرقة الإبرية ذات السلكين.

1838 مبرقة المغناطيس الكهربائي أحادية السلك.

1855 المبرقة الطابعة.



علم الفلك والرياضيات ASTRONOMY AND MATH

186 يكتشف عالم الفلك الإنجليزي وليام هيوجنز (1824–1910) والكيميائي الإنجليزي وليام مللر (1817–70) الطبيعة الغازية لبعض السدم من خلال دراسة أطيافها الذرية.

جيوفاني تشابريل هو أول من أعلن عن العلاقة بين زخات الشهب وظهور المذنبات وذلك عام 1866.

الكيمياء CHEMISTRY

1865 يكتشف الكيميائي الألماني فريدريك كيكول (1829–96) التركيب الحلقي للذرة السادسة للبنزين، وهو أساس جميع المركبات العطرية تقريباً.

1865 يستحدث الكيميائي البلجيكي جين سيرفايس ستاس (1813–91) أول جدول حديث للأوزان الذرية مستخدماً ذرة الأكسجين معياراً (باعتبار وزنها الذري 16).

1866 يركب الكيميائي الروسي اليكساندر بتليـــروف (1828–86) مركـب الأيزوبيوتين، وهو من المركبات الغازية الهيدروكربونية يلعب فيما بعد دوراً بارزاً في صناعة التبريد.

الفيزياء PHYSICS

1865 يصك الفيزيائي الالماني رودولف كلوسيوس (1822–88) مصطلح «إنتروبي» كمقياس على درجة عدم توافر طاقة نظام حراري ديناميكي (تعني الزيادة في الإنتروبي نقصاناً في الطاقة المتوافرة).

1865 يستحدث الكيميائي الألماني جوزف لوشميت (1821–95) عدد لوتشميت، ويدل على عدد جسيمات (ذرات أو جزيئات) الغاز لوحدة الحجم.

1866 إدخال النظام المتري في الولايات المتحدة، لكنه يلقى إهمالاً كبيرا.



اكتشف غزال بير ديفيد لأول مرة عام 1865.

العلوم الحيوية والطب BIOLOGY AND MEDICINE

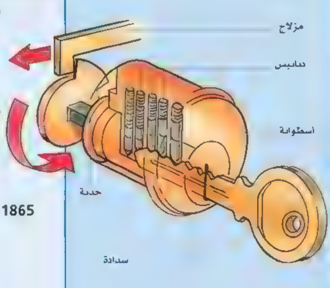
1865 يصوغ الراهب النمساوي *غريغور مندل* (1822–84) قوانين الوراثة.

1865 يكتشف عالم النبات الألماني جوليوس فون ساشز (1832–97) البلاستيدات الخضراء، التركيب الموجود في الأوراق الخضراء للنباتات المحتوي على الكلوروفيل.

1865 يكتشف الطبيب الفرنسي جين فيليم (1827–92) الطبيعة المُعدية لمرض السل الرئوي، ويعلن أيضاً إمكانية انتقال العدوى من الإنسان إلى الحيوان عن طريق الملامسة وكذلك من الحيوان إلى حيوان آخر.

1865 يكتشف المبشر الفرنسي أرماند ديفيد (1826–1900) نوعاً جديداً من الغزلان في الصين، يطلق عليه مسمى غزال بير ديفيد *(الافوس دافيدانيوس)*.

يؤدي إدخال المفتاح في القفل الأسطواني (براءة اختراع عام 1865) إلى قيام نتوءات المفتاح برفع الدبابيس الموضوعة في قلب زنبركات. تصنع الدبابيس من جزئين غير متساويين ويقوم المفتاح بصفها بحيث تتوافق قممها مع بعضها وكذلك قيعانها. ويمكن للمفتاح بذلك تدوير السدادة التي تدير بدورها العجلة الحدباء المتصلة بالمزلاج فتحركه.



يدير المفتاح السدادة عند اصطفاف الدبابيس

الهندسة والاختراعات ENGINEERING AND INVENTION

1865 يطور صانع الأقفال الأمريكي لاينوس ييل (1821–68) القفل الأسطواني بالغاً به حد الكمال ويحصل على براءة اختراع ثانية له.

1865 يبتكر الطباع الأمريكي وليام بولوك (1813–67) الطابعة ذات التغذية المنكوتية للورق، يوفر الورق للآلة على شكل لفائف كبيرة.

1865 يسجل عالم المعادن الإنجليزي وليام سيمنز (1823–83) والمهندس الفرنسي بيير مارتن (1824–1915) براءة اختراع طريقة الموقد المفتوح لصناعة الفولاذ.

1866 تأسيس الجمعية الملكية للملاحة الجوية في إنجلترا.

1866 يصنع المهندس الإنجليزي روبرت وايتهيد (1823–1905) طوربيداً ذا دفع ذاتي مستخدماً لذلك الهواء المضغوط.

1866 يبتكر كلٌ من العسكري الإنجليزي إدوارد بوكسر (1822–97) والفرنسي جوزف شنايدر (1808– 75)، وبشكل مستقل عن بعضهما، خرطوشاً للبنادق من النحاس الأصفر.

أول طوربيد من صنع روبرت وايتهيد عام 1866 حمل حوالي 18 رطلاً (8 كجم) من الديناميت. وفي نسخة تالية (يسار) بلغت حمولة الطوربيد 200 رطل (90 كجم) من المواد المتفجرة.

انظر أيضا بدايات السكك الحديدية **5: 24-25**؛ مندل وعلم الجينات **6: 20-21**؛ الجراثيم والأمراض **6: 40-41**

علم الفلك والرياضيات ASTRONOMY AND MATH

1866 يبرهن عالم الفلك الإيطالي **جيوفاني تشابريل** (1835–1910) أن زخات الشهب تصاحب ظهور المذنبات.

1866 يضع الجيولوجي الفرنسي غبرائيل دوبريه (1814–96) فرضية مفادها تشكل لب الأرض من سبيكة من القصدير والحديد.

1867 يصف الفلكيان الفرنسيان تشارلز وولف (1827 1918) وجورج رايت (1839–1906) مجموعة نجوم وولف – رايت. وهي نجوم ذات درجة حرارة مرتفعة جداً تفقد كتلها بمعدل عال (كما تدل على ذلك أطيافها غير المنتظمة).

1868 يرصد عالم الفلك الإنجليزي وليام هيوجنز (1824–1910) إزاحة دوبلر (إزاحة الأطياف نحو إشعاع ذي طول موجي أكبر) في نمط أطياف نجم الشعري اليمانية ويستنتج من ذلك ابتعاد النجم عن كوكب الأرض.

الكيمياء CHEMISTRY

1867 يكتشف الكيميائي الالماني أوغست هوفمان (1818–92) الميثانال (فورمالدهيدات).

1868 يرصد الفلكي الفرنسي بيير جانسن (1824–1907) خطاً طيفياً أصفر مضيئا في الطيف الشمسي خلال وقوع الكسوف. يطلق الفلكي الإنجليزي جوزف لوكيير (1836–1920) مسمى الهيليوم على العنصر الجديد.

1868 يركب الكيميائيان الألمانيان كارل غريب (1841–1927) وكارل ليبرمان (1842–1914) الالزارين، وهو صبغ أحمر كان يتم الحصول عليه من النباتات فقط.

الفيزياء PHYSICS

1866 يطور الفيزيائي الالماني أوغست كوندت (1839–94) أسلوباً لحساب سرعة الصوت في الغازات (بتحليل أنماط الموجات الصوتية المبعثرة في أنبوب مغلق يحتوي على غبار ناعم).

1867 يبرهن الفيزيائي الإسكتلندي جيمس كلرك ماكسويل (1831–79) على كيفية نقض القانون الثاني في الديناميكا الحرارية. يتصور ماكسويل وجود «عفريت» يراقب جزيئات الغاز في وعاء مغلق مقسم بحاجز به ثقب صغير. يسمح العفريت بمرور الجزيئات السريعة (الأسخن) عبر الثقب إلى جهة واحدة من الوعاء، بينما يسمح للجزيئات الأبطأ بالمرور إلى الجهة الأخرى، وبذلك ترتفع حرارة جزءٍ من الوعاء دون استهلاك الطاقة.

العلوم الحيوية والطب BIOLOGY AND MEDICINE

1866 يعلن عالم النبات الألماني هنريخ دي باري (1831–88) أن الأشنة كائن ثنائي مركب من طحلب وفطر يعيشان متكافلين.

1866 يميز عالم التشريح الألماني ماكس شولتز (1825–74) بين الخلايا العصوية والخلايا المخروطية في شبكية العين.

1867 يستحدث الجراح الإنجليزي **جوزف ليستر** (1827–1912) استخدام الفينول (حمض الكربوليك) كمطهرٍ في غرف العمليات الجراحية.

1867 يتوصل عالم علم الوظائف (الفيسيولوجيا) الألماني جوليوس كوهنهايم (1839–84) إلى فهم دور خلايا الدم البيضاء في الالتهابات. (المساعدة على تكون الصديد)

1867 يستحدث الجراح الأمريكي جون بوبز (1809–70) عملية استئصال المرارة لإزالة الحصوات المتكونة فيها.

1868 ينقب عالم الأحافير الفرنسي لوي لارتييه (1840–99) عن أحفور للإنسان الكرومانيني، وهو أول نوع من أنواع *الإنسان الحديث (الإنسان العاقل)*. يتم اكتشاف الأحفور في كهف صخري جنوبي غرب فرنسا.

الهندسة والاختراعات ENGINEERING AND INVENTION



1867 يسجل الكيميائي السويدي **الفريد نوبل** (1833–96) براءة اختراع الديناميت في بريطانيا (تسجيل الاختراع في الولايات المتحدة عام 1868).

1867 الانتهاء من تشييد أول جسر كابلي حديث من تصميم المهندس الالماني هنريخ جيربر (1832–1912) على نهر المين في ألمانيا.

1867 يبتكر المهندس الأمريكي الإنجليزي المولد أندرو هاليدي (1836–1900)، نوعاً من الترامات التي تُقطر بواسطة كوابل موضوعة تحت سطح الطريق.

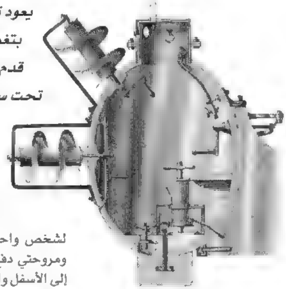
1868 يخترع المهندس الأمريكي إيلي جاني (1831–1912) البرجم (أو القسط) المزدوج، وهي مفاصل لتوصيل عربات القطارات مع بعضها (تسجيل عام 1873).

1868 يشيد المبتكر الإنجليزي جون سترنغفلو (1799–1883) نموذج طائرة ثلاثية الأجنحة تدار بطاقة البخار.

1868 يصمم المهندس الأمريكي **جورج وستنغهاوس** (1846–1914) الكابحة الهوائية لاستخدامها للقاطرات، وخلال فترة قصيرة ينتشر استخدامها لقطارات السكك الحديدية على مستوى العالم.

THE SUBMARINE الغواصة

يعود تاريخ أول محاولة لبناء غواصة إلى عام 1620، عندما قام الهولندي كورنيلوس دربيل (1572-1633) بتغطية قارب بجلد مدهون. كان للقارب فتحات مانعة للماء تمر عبرها أجنحة جلدية تستخدم كمجاديف. قدم دربيل عرضاً لقاربه – الأول من بين ثلاثة – أمام راعيه ملك إنجلترا جميس الأول. وقام بتجربة القارب تحت سطح نهر التيمز في لندن.



▲ سلحفاة ديفيد بوشنل غواصة بدائية يكفي الأكسجين الموجود في هوائها لبقاء الغواصين الشجعان بداخلها تحت الماء لمدة 30 دقيقة.

من المحاولات الموثقة لإنتاج الغواصة، بعد تجربة دربيل، محاولة جرت في أمريكا الشمالية. ففي عام 1776 شيد الطالب ديفيد بوشنل (حوالي 1742–1824) غواصة على شكل برميل يتسع لشخص واحد أسماها *السلحفاة*. ضمت الغواصة دفة تحكم ومروحتي دفع تداران يدوياً (إحدى المروحتين للحركة العمودية إلى الأسفل والأعلى والأخرى للحركة الأفقية) ومضخة يدوية لضخ المياه خارج الصابورة مما يسمح للغواصة الطفو على سطح الماء. علاوة على ذلك ألحق بالبرميل من الخارج وعاء يحتوي البارود يمكن الصاقة بهياكل السفن المعادية. كما كان للغواصة خطافات خارجية يمكن تحريرها بواسطة حبل يتدلى داخل الغواصة. تم تجربة غواصة بوشنيل خلال الثورة الأمريكية بمهاجمتها سفينة بريطانية في ميناء نيوهامبشاير، بيد أن التجربة باءت بالفشل.

في عام 1801 شيد المهندس الأمريكي **روبرت فولتن** (1765–1815) غواصة أكثر نجاحاً من غواصة بوشنيل في فرنسا. أطلق فولتن اسم *البحار* على غواصته وشيدت على شكل صفائح من النحاس على إطار حديدي. كانت الغواصة تدار يدوياً باستخدام ذراع، لذا كانت بطيئة الحركة. بلغ طول الغواصة 21 قدماً (6.4 م) وكانت تتسع لأربعة أشخاص ويمكنها البقاء تحت الماء لفترة ثلاث ساعات قبل نفاذ الأكسجين. نجحت الغواصة في إغراق سفينة « معادية » خلال إحدى التجارب عليها.

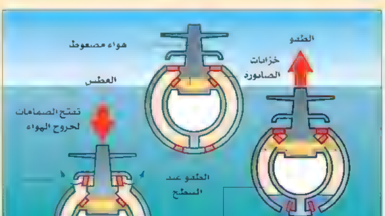
نسخ المهندس الأمريكي هوريس هانلي (1823–63) عام 1863 تصميم فولتن وشيد غواصة للجيش الاتحادي الجنوبي. زودت الغواصة بمكبس مدبب الرأس (رام) يحمل شحنة متفجرات تقذف بواسطة عمود تدوير تحتاج إدارة مروحته إلى ثمانية أشخاص. ولسوء حظ هانلي غرقت الغواصة خلال ثاني محاولة لاستخدامها فقتل هانلي والبحارة معه لكن السفينة تم انتشالها ونجحت عام 1864 في هجومها على السفينة *هاوساتونك* التابعة للجيش الشمالي في ميناء تشارلستون، بيد أنها غرقت مرة أخرى نتيجة التصاق رامها ببدن السفينة الغارقة.

في عام 1851 شيد الجندي الألماني فلهلم باير (1822–75) غواصة سماها *براند توتشر* (الغواص الناري) ولكن دون أن يحالفه النجاح. عمل على الغواصة ملاحون ثلاثة يقوم إثنان منهم بتشغيل طاحون الدوس (الركابات). تابع باير محاولاته ليشيد عام 1855 غواصة أكثر نجاحاً من سابقتها وأطلق على الغواصة الجديدة أسم *دايابل – مارتن* (شيطان البحر) – بلغ طول الغواصة 52.5 قدماً (16 م) واتسعت لستة عشر شخصاً. نجحت الغواصة في الغوص 130 مرة قبل إغراقها. كما أن المهندس الفرنسي سيمون بورجيو شيد غواصة تجريبية *لي بلونجيه* (الغواص)، يشغلها محرك يستخدم الهواء المضغوط. لكن النجاح الحقيقي الأول للغواصات الفرنسية جاء على يد المهندس غوستاف زيدي (1825–91) الذي أنجز تشييد غواصته *لي جيمونت (ثعبان البحر)* للبحرية الفرنسية. بلغ طول الغواصة 55.8 قدماً (17 م) وزودت بمحرك كهربائي بقدرة 51 حصانا ميكانيكيا يدير مروحة طول شفراتها خمسة أقدام (1.5 م). نجحت الغواصة في بلوغ سرعة تقارب 7 أميال في الساعة (11 كم في الساعة) على سطح الماء وسرعة 5 أميال في الساعة (8 كم في الساعة) عند الغوص.

قام بعض المخترعين الآخرين بتجارب على استخدام طاقة البخار للدفع. ففي تصميم رجل الدين الإنجليزي جورج غاريت (1852–1902)، *ريزورغام*، كان لابد من إطفاء المرجل قبل الغوص؛ مما يعني الاعتماد كلياً خلال فترة الغطس على مخزون البخار. وفي تصميم معدل شيد تاجر أسلحة سويدي غواصة

كيف تعمل الغواصة

تصنع الغواصة ببدن مزودج. يُملأ الحيز بين البدنين بالماء الذي يعمل كثقل موازنة (صابورة) لإبقاء المركب غاطساً. تفرغ خزانات الصابورة عند الطفو على السطح. تتم عملية الغطس بفتح الصمامات السفلية للسماح لماء البحر بالدخول إلى خزانات الصابورة (ويتم فتح الصمامات العلوية في الوقت نفسه للسماح للهواء بالخروج من الصابورة). ونتيجة لذلك تصبح الغواصة أثقل من وزن كتلة الماء المزاح فتغطس الغواصة. وفي عملية الطفو تغلق الصمامات العلوية ويتم دفع الماء إلى خارج الخزانات من خلال الصمامات السفلية باستخدام الهواء المضغوط. ويمكن «موازنة» السفينة من خلال الكمية المناسبة من المياه في الصابورة بحيث تطفو تحت سطح الماء مباشرة.



تواريخ مفصلية

1620 الغواصات الخشبية التجريبية.

1776 سلحفاة بوشنيل.

1801 غواصة فولتن.

1863 غواصة هانلي.

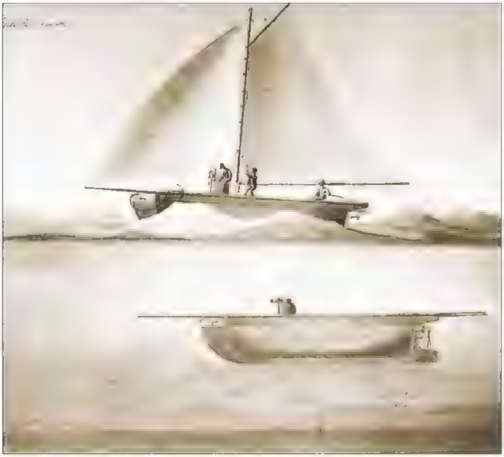
1897 الغواصات عابرة البحار.

1898 غواصات هولاند.

نوردنفلت *1* بحمولة 66 طناً (60 طن متري) وزودها بأنبوب طوربيد.

من جانبه نجح المدرس الأمريكي من أصل إيرلندي جون هولاند (1840-1914) في حل معضلة قوة الدفع. فبتمويل من الجمعية الفينية (مجموعة ثورية كان هدفها نيل استقلالها إيرلندا من بريطانيا)، شيد هولاند عدداً من الغواصات تستخدم محركات الغازولين للدفع خلال الطفو والمحركات الكهربائية للدفع خلال فترة الغطس. شملت مجموعة الغواصات هذه غواصة بطول 13 قدماً (4م) تتسع لشخص واحد (هولاند 1) عام 1878، واخرى بحمولة 21 طنا (19 طن متري) تتسع لثلاثة أشخاص (*رأس الرمح الفيني*) عام 1883. ونتج عن مجموعة من التحسينات تدشين الغواصة *هولاند 6* عام 1898 بطول 52.5 قدماً (16 م) بلغت سرعتها 7 أميال في الساعة (11كم في الساعة) تحت الماء. زودت *هولاند* 6 بطوربيد ذاتي الدفع من تصميم المهندس الإنجليزي روبرت وايتهيد (1823-1905) بالإضافة إلى عدد من المدافع المثبتة على السطح. اشترت البحرية الأمريكية الغواصة عام 1900 وأعادت تسميتها *يو أس أس هولاند*. زودت غواصات «هولاند» فيما بعد بمناظير أفق (بيروسكوب) من تصميم المهندس الأمريكي سيمون ليك (1866-1945) عام 1902، الذي شيد بدوره غواصة عام 1897 (*ارغونوت*). باع هولاند ست غواصات للبحرية الأمريكية واستلم طلبات بناء مماثلة من البحرية البريطانية واليابانية والروسية.

يمثل تدشين استخدام محركات الديزل في تسيير الغواصات المرحلة النهائية في قصة تطور الغواصات. اعتبرت محركات الديزل محركات القوة العيارية في الغواصات حتى عام 1955، عندما فوضت البحرية الأمريكية بناء الغواصة *نوتيلوس* (البحار) وهي أول غواصة تدار بالطاقة النووية.



▲ استخدمت غواصة روبرت فولتن، نوتيلوس، الأشرعة لزيادة سرعتها خلال إبحارها على سطح المياه (الجزء العلوي من الصورة)، واعتمدت تحت الماء على بحارتها الأربعة لتدوير محور متصل بمراوحها.



▼ تعتبر الغواصة يو أس هولاند أول غواصة عملية زودت بمروحتي دفع. استخدمت الغواصة محرك ديزل في إبحارها على السطح ومحركاً كهربائياً خلال فترة الغطس.

علم الفلك والرياضيات ASTRONOMY AND MATH

1869 يـلاحظ الفلكي الامريكي تشارلز يونغ (1834–1908) توهج الخطوط المعتمة في الطيف الشمسي قبيل حدوث الكسوف الكلي مباشرة.

1869 يستحدث عالم الأرصاد كليفلاند أيب (1836–1916) استخدام المناطيد على ارتفاعات كبيرة لدراسة الغلاف الجوي.

1870 يحلل عالم الرياضيات الإنجليزي جيمس سيلفستر (1814–97) الشعر رياضياً في كتابه *قوانين الشعر*.

1870 ينشر عالم الفيزياء الفلكية جوناثان لين (1819–80) كتابه *حول درجة حرارة الشمس نظرياً*، يشرح فيه آلية ارتفاع درجة حرارة الشمس نتيجة انضغاط غازاته بسبب قوة الجاذبية.

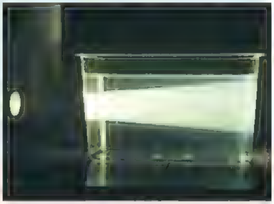
الكيمياء CHEMISTRY

1869 يركب الكيميائي الأمريكي جون هيات (1837–1920) السيليلويد. وتختلف طريقة اكتشافه عن طريقة الكيميائي الإنجليزي ألكساندر باركس (1813–90) الذي انتج السيليلويد عام 1855.

1869 يجمع الكيميائي الروسي **ديمتري** مندليف (1834–1907) أول جدول دوري للعناصر.

1870 يركب الكيميائي الألماني رودولف فتيغ (1835–1910) عطريات هيدروكربونية باتحاد جزيئين من مركب هالوجيني بوجود فلز الصوديوم. تعرف الطريقة بتفاعل فورتز - فتتغ.

الفيزياء PHYSICS



1869 يطلق الفيزيائي الإيرلندي جون تندال (1820–93) مسمى ظاهرة تندال على الظاهرة المتعلقة بتبعثر الضوء بواسطة جسيمات متناهية الصغر معلقة في سائل أو غاز، مثلاً ظهور الدخان بلون أزرق.

1869 ينشر الكيميائي من إيرلندا الشمالية توماس أندروز (1813–85) نتائج تجاربه على تسييل الغازات، بما في ذلك تحديده لدرجة الحرارة الحرجة لثاني أكسيد الكربون.

تكشف ظاهرة تندال على وجود جسيمات صغيرة معلقة.

العلوم الحيوية والطب BIOLOGY AND MEDICINE

1869 يصف الطبيب الألماني بول لانغرهانس (1847 - 88) جزر لانغرهانس، وهي المنطقة التي تنتج هرمون الإنسولين في البنكرياس، الذي يتحكم في مستوى السكر في الدم.

1869 يعزل عالم الأمراض السويسري يوهان مايتشر (1844–95) مركب الحمض الديوكسي الريبوزي النووي (DNA) والتي يسميها الحمض النووي.

1869 ينشر العالم الإنجليزي فرانسس غالتون (1822–1911) كتابه *علم الوراثة الجينية*. يصبح الكتاب الأساس لعلم تحسين الأنسال - تطبيق مفاهيم علم الوراثة لتحسين الحالة البدنية والعقلية للنوع البشري.

1869 يكتشف الطبيب النرويجي آرمور هانسن (1841–1912) البكتيريا المسببة لمرض الجذام، الذي يعرف أيضا بداء هانسن.

1869 يستحدث عالم الصيدلة الألماني ماثيوس ليبرتش (1839–1908) استخدام هايدرات الكلور دواء مسكنا (ساء استخدام العقار فيما بعد في إنتاج المشروب المعروف ميكي فن).

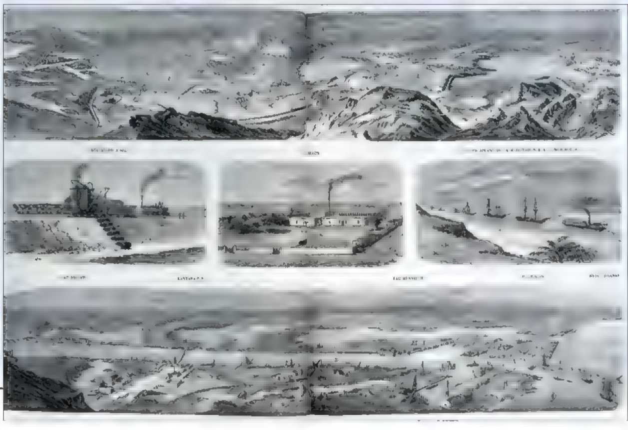
الهندسة والاختراعات ENGINEERING AND INVENTION

1869 يشيد المهندس الفرنسي بيير متشو (1813–83) دراجة بخارية.

1869 الانتهاء من تشييد خط سكة حديد شركة الباسيفيك عبر القارة.

1869 الانتهاء من تشييد قناة السويس على يد المهندس الفرنسي فيردناند دي ليسبس (1805–94) بناءً على التصميم الأصلي للمهندس النمساوي الوس نيغرلي فون مولدليب (1799–1858).

1869 يبتكر المهندس الأمريكي توماس اديسون (1847–1931) آلة مطورة لطباعة أشرطة التلغراف.



توضح مجموعة من الرسومات المعاصرة مسار قناة السويس.

انظر أيضا التوربين المائي 6: 12-13؛ الجدول الدوري (للعناصر) 6: 32-33؛ الحمض الديوكسي الريبو نووي (DNA) – الحلزون المزدوج 9: 10-11

علم الفلك والرياضيات ASTRONOMY AND MATH

1872 يلتقط الفلكي الأمريكي هنري دريبر (1837–82) أول صورة لمجموعة أطياف نجم النسر الواقع (فيجا).

1872 ينشر عالم الرياضيات الألماني ريتشارد ديديكايند (1831–1916) نظريته حول الأعداد الصماء.

1872 تعزيز فكرة الربط بين ظهور المذنبات وسقوط زخات الشهب من خلال تحقق توقعات الفلكي المجري إي فييز بسقوط الشهب المصاحبة لظهور مذنب اختفى قبل ست سنوات. تحدث الظاهرة كما تنبأ بها فييز.

1872 يستحدث عالم الرياضيات الإيطالي لويجي كريمونا (1830–1903) الإستاتيكا التخطيطية (مخطط الجسم الحر)، الذي يعني بدراسة توازن القوى باستخدام تقانات الرسم التخطيطي.

الكيمياء CHEMISTRY

1871 يكتشف الكيميائي الألماني أدولف فون باير (1835–1917) الفينولفيثالين، ويجد المركب استخدامات مهمة كمؤشر على الخاصية الحمضية والقلوية (دليل معايرة).

1871 يستحدث الكيميائي الألماني فكتور ماير (1848–97) طريقة لحساب كثافة بخار المواد غير العضوية عند درجات حرارة مرتفعة، مما يوفر معلومات عن التركيب الجزيئي لهذه المركبات.

1872 يصنع الكيميائي الألماني يوجين بومان (1846–96) بلمر كلوريد الفنيل (PVC) يصبح المركب المستحدث بعد وقت طويل من اللدائن المهمة.

الفيزياء PHYSICS

1870 يستخدم الفيزيائي الألماني إرنست أيب (1840–1905) المكثف الذي ابتكره لتوفير إضاءة منتظمة عالية الشدة للمجاهر.

1871 يستنبط الفيزيائي الإيرلندي جورج ستوني (1826–1911) أن النسبة بين الطول الموجي لثلاثة من خطوط الهيدروجين تأخذ شكل نسب بسيطة إلى بعضها. يلعب هذا الاكتشاف دوراً مهماً في تقديم تفسير للتركيب الذري.

1871 تؤدي التجارب التي أجراها الفيزيائي الألماني فريديرك كولروتش (1840–1910) الى وضع قانون كولروتش (نُشر عام 1874) وينص على أن موصلية محلول ملحي قليل التركيز يساوي مجموع موصليات الأيونات المكونة له.

العلوم الحيوية والطب BIOLOGY AND MEDICINE

1869 يستحدث عالم الحيوان الألماني أرنست هاكل 1834–1919) مصطلح «إيكولوجي».

1869 يقود الجراح الفرنسي غوستاف سيمون (1824–76) عمليات استئصال الكلى، وهي عملية تزال فيها الكلي المصابة بالأمراض.

1871 يكتشف الطبيب والكيميائي الألماني فيلكس هوب – سيلر (1825–95) الإنفرتاز، وهو أول أنزيم تمكن العلماء من عزله.

حوالي **1872** يستحدث الجراح الألماني ثيودور بيلروث (1829–94) إجراء عمليات على المريء، استئصال جزء من المريء (القصبة الهوائية) في علاج السرطان.

1872 يسجل الكيميائي الإنجليزي الأصل روبرت تشسبرو (1837–1933) براءة اختراع طريقة لتصنيع هلام البترول. يباع المنتج كدهان تنعيم تحت العلامة التجارية فازلين.

الهندسة والاختراعات ENGINEERING AND INVENTION

1870 يصمم المهندس الأمريكي لستر بلتون (1829–1908) نوعاً جديداً من أنواع التوربينات المائية – دولاب بلتون ذو الدفع المائي.

1871 يشيد المهندس الإنجليزي فرانسس وينهام (1824–1908) نفقاً هوائياً يستخدم لإجراء التجارب على أجنحة الطائرات. يستخدم النفق مروحة تدار بقوة البخار.

1871 يبتكر المهندس الأمريكي سايمون إنجرسول (1818–94) مثقاباً للصخور يعمل بالهواء المضغوط.

1871 يسجل المخترع الإنجليزي جيمس ستارلي (1830–81) براءة اختراع دراجته «العادية» المتكونة من عجلة كبيرة وأخرى صغيرة. يطلق على الدراجة مسمى «بني – فارثنغ» (البني، أو البنس، عملة كبيرة الحجم، بينما الفارثنغ عمله إنجليزية صغيرة الحجم).

1871 يسوق المهندس البلجيكي زينوب غرام (1826–1901) مولداً كهربائياً للاستخدامات الصناعية.

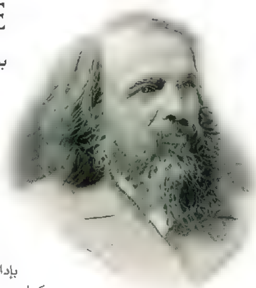
1872 يبتكر صانع الأسلحة الأمريكي بنجامين هوتشكس (1826-1885) بندقية ذات ماسورة دوارة.



تعتبر دراجة بيني – فارثنغ الدراجة فائقة السرعة في نهايات القرن التاسع عشر.

الجدول الدوري (للعناصر)
THE PERIODIC TABLE

بحلول عام 1869، وبعد طوفان الاكتشافات باستخدام التكنولوجيا الحديثة في التحليل الكهربائي والتحليل الطيفي، ارتفع عدد العناصر الكيميائية المعروفة حينها إلى 63 عنصراً. شكّلت هذه العناصر أحجار البناء التي استعان بها ديمتري مندليف في تلك السنة لوضع جدوله الدوري المشهور.



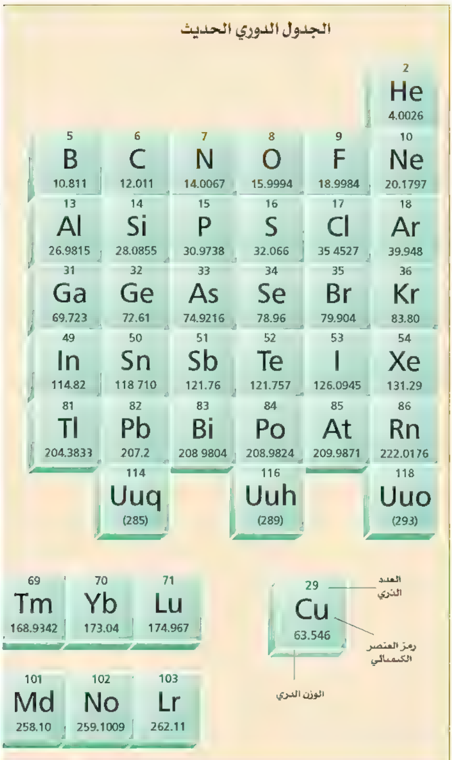
▲ أحدث الجدول الدوري لمندليف ثورة في مقاربة دراسة الكمياء غير العضوية، كما وفر نظرة نافذة لفهم هيكل بناء الذرة.

ولد الكيميائي الروسي ديمتري مندليف (1834–1907) في بلدة توبولسك في سيبيريا وكان أصغر أبناء عائلة كبيرة متوسطة الدخل. فقد والده، الذي كان يعمل في سلك التدريس، بصره مما حتم على أمه توفير مقومات الحياة للأسرة بإدارتها مصنعاً للزجاجيات. توفي والده وهو في سن 13، كما دمر المصنع بالنيران بعد فترة قصيرة من ذلك. ورغم هذه الصعوبات صممت والدته على حصول إبنها الأصغر على تعليم جيد. حصل مندليف على مقعد للدراسة في المعهد البيداغوجي (معهد المعلمين) في سانت بيتر سبيرغ، ليتأهل لمهنة التدريس عام 1855. وفي مرحلة لاحقة درس مندليف الكيمياء بجامعة سانت بيترسبيرغ وجامعة هايدلبيرغ في ألمانيا. وبتخرجه عين مندليف مدرساً بجامعة سانت بيتر سبيرغ عام 1869 حيث عكف على تأليف كتاب لتدريس الكيمياء (غير العضوية أيامها).

بهدف التوصل إلى نظام يربط بين العناصر الكيميائية المعروفة أيامها كتب مندلِيف الرموز الدالة على هذه العناصر على قطع ورقية محاولاً تنظيمها فيما يشبه تنظيم مجموعات أوراق اللعب (الكوتشينيه). إعتمد مندليف في ترتيب العناصر على أوزانها الذرية (متوسط كتلة كل عنصر) ورتبها بشكلٍ تصاعدي. وجد مندليف، بهذه الكيفية، أنه لو بدأ صفاً جديداً بعد كل ثمانية عناصر مرتبة تصاعدياً بحسب وزنها الذري فإن العناصر ذات الخصائص الكيميائية المشتركة تحتل أعمدة هذا الجدول. وبتفحص صفوف الجدول توصل مندليف إلى تكرار خصائص العناصر على امتداد كل صف – بمعنى آخر هناك نظام «دوري» في الخصائص الكيميائية للعناصر. أطلق مندليف على شبكة العناصر ذات الصفوف والأعمدة مسمى الجدول الدوري. علاوة على ذلك امتلك مندليف بصيرة كافية ليتنبأ بوجود عناصر غير مكتشفة بعد تحتل مكانها في الخانات الفارغة في الشبكة (المصفوفة)، كما استقرأ خصائصها الفيزيائية والكيميائية من مثل وزنها الذري ودرجة حرارة إنصهارها.

إكتشف الكيميائي الفرنسي بول ليكو دي بويزبودران (1838–1912) عنصرَ «شبيه الألمنيوم» (في الخانة الخالية تحت الألمنيوم) عام 1875 وأسماه الغاليو، كما اكتشف الكيميائي السويدي لارس نلسون (1840–1899) عام 1879 «شبيه البورون» (في الخانه الخالية تحت البورون) وسمى العنصر السكانديوم، كما اكتشف الألماني كليمنز فنكلر (1838–1904) في عام 1886 «شبيه السيليكون» (في الخانه الخالية تحت السيليكون) الذي سُمي الجرمينيوم. تحققت توقعات مندليف حول العناصر «المفقودة» وبحلول عام 1914 بقيت سبع خانات خالية من جدول مندليف الدوري للعناصر البالغ عددها 92 عنصراً.

يعرف عدد بروتونات العنصر الكيميائي بالعدد الذري للعنصر، ويصف الجدول الدوري الحديث، المصنف بناءً على العدد الذري، بشكل أدق دورية ترتيب هذه العناصر. وخلال العصر الحديث استخدم الكيميائيون مصطلح العدد النيوتروني (عدد نيترونات نواة العنصر)، كما يقاس الوزن الذري باستخدام الكتلة النسبية للعناصر (المترجم: باستخدام نظير الكربون 12 أساساً). تجدر الإشارة إلى أن مندليف لم

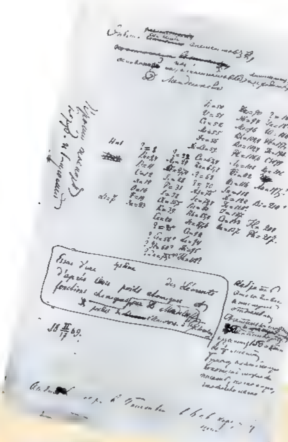


تواريخ مفصلية

- **1869** الجدول الدوري لمندليف.
- **1875** اكتشاف ليكو دي بويزبودران عنصر الغاليوم.
- **1879** اكتشاف نلسون عنصر السكانديوم.
- **1886** اكتشاف فنكلر عنصر الجرمنيوم.
- **1955** اكتشاف عنصر المندليفيوم.

انظر أيضا العناصر الكيميائية الجديدة 9: 16-17

يتمكن من تفسير سبب دورية جدوله، إذ اقتضى الوصول إلى ذلك فهم التكوين الذري، وبخاصة كيفية توزيع إلكترونات الذرة في مداراتها حول النواة. خلال الربع الثاني من القرن العشرين توصل الكيميائيون إلى أن الجدول الدوري يعكس خصائص تكوين ذرات العناصر من خلال إشغال المدارات الذرية للإلكترونات. فالتفاعلات الكيميائية نتيجة لتفاعل هذه الإلكترونات، وبخاصة الإلكترونات في المدارات الخارجية (إلكترونات التكافؤ). يساعد الجدول الدوري الكيميائيين على استنباط التفاعلات المحتملة بدقة أكبر، أي التفاعلات المحتملة الحدوث تحت الظروف المخبرية الإعتيادية، وكذلك استقراء التفاعلات التي تحتاج جهداً أكبر لحدوثها من مثل درجات الحرارة العالية أو الضغط المرتفع أو الحاجة إلى مواد حفازة لبدء أو استمرار التفاعل. حصل منديليف على أعلى وسام استحقاق عام 1955 عندما أطلق اسم منديليفيوم على آخر عنصر اكتشف وقتها، العنصر رقم 101.



◀ كتبت ملاحظات منديليف الأولية حول الجدول الدوري باللغة الفرنسية، والتي كانت أيامها اللغة الرئيسة بين الكيميائيين.

يحتوي الجدول الدوري اليوم حوالي 50 عنصراً إضافياً لجدول منديليف. رتبت العناصر بحسب الأعداد الذرية للعناصر في سبعة صفوف افقية «دورية» تختلف في الطول. توضع سلسلتان طويلتان تحتوي كلٍ منها 14 عنصراً – سلسلة اللانثانينيات تبدأ بعد عنصر اللانثيوم (57) وسلسلة الأكتينات تبدأ بعد الأكتينيوم (89) – مبينين في الشكل في صفين مستقلين بنهاية الجدول. استحدث الكيميائي السويدي يونز برزيليوس (1779-1848) نظام الترميز للعناصر مستخدماً حرفاً أو حرفين لكل عنصر (الرمز Fe لعنصر الحديد مثلا). أما العناصر الأحدث اكتشافاً مثل سيبورجيوم (Sg) والبوهيريوم (Bh) والميتينيريوم (Mt) فقد تمت تسميتها تخليداً لإسهامات بعض العلماء المميزين خلال القرن العشرين. كما أن بعضها سمي بأسماء المدن أو الأماكن: بيركيليوم (Bk)، على اسم جامعة كاليفورنيا في بيركلي، والدوبينيوم، على اسم المعهد الروسي للأبحاث النووية في مدينة دوبنا على مقربة من موسكو.

1 H 1.0079											
3 Li 6 941	4 Be 9 0122										
11 Na 22 9898	12 Mg 24 3050										
19 K 39.0983	20 Ca 40 078	21 Sc 44.9559	22 Ti 47.88	23 V 50 9415	24 Cr 51 9961	25 Mn 54.9380	26 Fe 55.847	27 Co 58.9332	28 Ni 58 6934	29 Cu 63.546	30 Zn 65 39
37 Rb 85 4678	38 Sr 87 62	39 Y 88 9058	40 Zr 91 224	41 Nb 92 9064	42 Mo 95.94	43 Tc 98.9072	44 Ru 101 07	45 Rh 102 9055	46 Pd 106 42	47 Ag 107 8682	48 Cd 112 411
55 Cs 132.9054	56 Ba 137.327	57 La 138 9055	72 Hf 178 49	73 Ta 180 9479	74 W 183 85	75 Re 186.207	76 Os 190 2	77 Ir 192.22	78 Pt 195.08	79 Au 196.9665	80 Hg 200 59
87 Fr 223.0197	88 Ra 226.0254	89 Ac 227.0278	104 Rf 261 11	105 Db 262.114	106 Sg 263 118	107 Bh 262 12	108 Hs (265)	109 Mt (266)	110 Uun (269)	111 Uuu (272)	112 Uub (277)

سلسلة اللانثانيدات	58 Ce 140 115	59 Pr 140 9076	60 Nd 144.24	61 Pm 144.9127	62 Sm 150.36	63 Eu 151.965	64 Gd 157 25	65 Tb 158.9253	66 Dy 162.50	67 Ho 164.9303	68 Er 167 26	6 T 168.

سلسلة الأكتينات	90 Th 222.0381	91 Pa 223.0359	92 U 238.0289	93 Np 237.0482	94 Pu 244.0642	95 Am 243.0614	96 Cm 247 0703	97 Bk 247 0703	98 Cf 251 0796	99 Es 252.083	100 Fm 257 0951	1 M 25

علم الفلك والرياضيات ASTRONOMY AND MATH

1873 يبرهن عالم الرياضيات الفرنسي تشارلز هرمييت (1822–1901) على أن العدد e (قاعدة أو أساس اللوغاريتمات الطبيعية) عددٌ متسام (عدد أصم لايمكن تمثيله بدالة جبرية).

1873 يحسب عالم الرياضيات الإنجليزي وليام شانكس (1812–82) العدد π (pi) إلى 707 أرقام معنوية (ولسوء الحظ يخطئ في المئة الأخيرة من الأرقام المعنوية).

1873 يضع الفلكي الإنجليزي ريتشارد بروكتور (1837–88) فرضية مفادها أن الفوهات على سطح القمر نتيجة اصطدام الشهب وليست فوهات بركانية كما كان يعتقد.

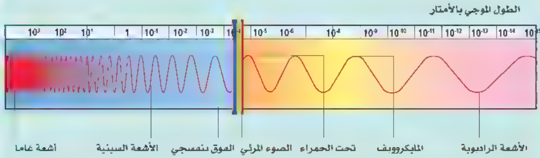
الكيمياء CHEMISTRY

1874 يركب الكيميائي الألماني أوثمار زايدلر مركب الـ DDT (ثنائي كلوريد ثنائي فينيل ثلاثي كلوريد الإثين)، لكنه لا يتوصل إلى قيمة المركب كمبيد حشري.

الفيزياء PHYSICS

1873 ينشر الفيزيائي الإسكتلندي جيمس كلرك ماكسويل (1831–79) كتابه *الكهرباء والمغناطيسية*، متضمناً النظرية الكهرومغناطيسية للضوء – الضوء نوع من أنواع الإشعاع الكهرومغناطيسي (كما هو الحال مع موجات الراديو وأشعة إكس).

طرح جيمس كلرك ماكسويل عام 1873 نظريته القائلة بأن الضوء المرئي ليس إلا نوعاً من الإشعاع الكهرومغناطيسي. ونعلم الآن أن الضوء جزء من عائلة كاملة من هذا النوع من الإشعاع يمتد من أشعة غاما ذات الطول الموجي الأقصر إلى الأشعة الراديوية ذات الأطوال الموجية الكبيرة. يبلغ متوسط الطول الموجي للضوء حوالي 600 نانومتر (6×10^{-7} م)، بينما يبلغ الطول الموجي للأشعة السينية حوالي 10^{-10}م. شملت أبحاث ماكسويل الصياغة الرياضية للظاهرة الكهرومغناطيسية. وتنبأت النظرية، على سبيل المثال، بوجود الأشعة الراديوية، التي بُرهن على وجودها بعد ما يقارب 25 سنة. يرتبط الطول الموجي بالتردد بعلاقة عكسية، فالإشعاع ذو الطول الموجي القصير له تردد عالٍ.



العلوم الحيوية والطب BIOLOGY AND MEDICINE

1873 يكتشف الطبيب الكندي وليام أوسلر (1849–1919) الصفائح الدموية (ثرومبوسيتات)، وهي خلايا صغيرة مهمة في عملية تجلط الدم.

1873 ينشر عالم الفسيولوجيا وعلم النفس الألماني فلهلم فندت (1832–1920) كتابه في موضوع علم النفس الفسيولوجي، ويبدأ بذلك جدل مرّ بينه وبين الفيلسوف وعالم النفس فرانز برنتانو (1838–1917) الذي يعتنق فكرة مقاربة فلسفية للموضوع.

1873 يكتشف الطبيب الإيطالي كاميلو غولجي (1844–1926) «التفاعل الأسود»، وهو طريقة جديدة لتلطيخ الخلايا العصبية بنيترات الفضة. تعرف الطريقة بتلطيخ غولجي وتمكن الباحثين من رؤية الخلايا العصبية ووظائفها بشكل كامل.

1873 يكتشف الطبيب النمساوي جوزف بروور (1842–1925) الوظيفة الحسية للقناة شبه الدائرية في الأذن، والتي تساعد على حفظ التوازن.

1874 يستحدث الطبيب الأمريكي أندرو ستل (1828–1913) طريقة تقويم العظام لعلاجها، وهي نظام طبي يستخدم العلاج باليد لتقويم العظام والمفاصل المريضة.

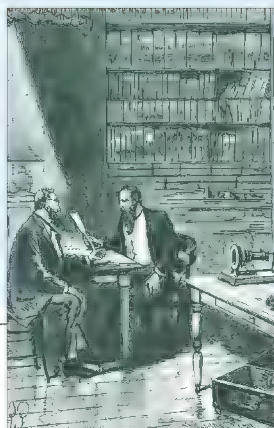
1875 يكتشف الطبيبان الألمانيان فلهلم إرب (1840–1921) وكارل ويستفال (1833–90) رد الفعل اللاإرادي لانتفاضة الركبة. تتم ردة الفعل لمحفز دون تدخل من الدماغ ويستخدمه الأطباء أحياناً كوسيلة للتشخيص.

الهندسة والاختراعات ENGINEERING AND INVENTION

1873 يشيد المهندس الفرنسي أميديه بويل (1844–1917) عربة تسير بطاقة البخار.

1874 يسجل المهندس الفرنسي جين – موريس بودو (1845–1903) براءة اختراع شيفرة برقية ذات وحدات خمس التي تحل محل شيفرة مورس في القارة الأوروبية.

1874 إكمال بناء جسر سانت لويس ذي الأقواس الثلاثة بمدينة ميزوري، الجسر من تصميم المهندس الأمريكي جيمس إيدس (1820–87).



1875 بداية سير القطارات البخارية على سكك الحديد العلوية في مدينة نيويورك.

1875 يحدد قانون صادر عن البرلمان الإنجليزي الحمولة القصوى الآمنة للسفن ويعرف القانون بخط بلمسول ويتبنى على المستوى الدولي.

1876 يسجل المهندس الأمريكي الإسكتلندي الأصل **الكساندر غراهام بل** (1847–1922) براءة اختراع الهاتف.

يقدم الكساندر غراهام بل طلب تسجيل براءة اختراع الهاتف وذلك في 14 من فبراير عام 1876.

انظر أيضا المبرقة (التليغراف) الكهربائية 6: 24-25؛ آلة (محرك) الاحتراق الداخلي 6: 44-45؛ الإلكترون المراوغ 7: 16-17

علم الفلك والرياضيات ASTRONOMY AND MATH

1874 يكتشف الفلكي الفرنسي جيروميبيه كوجي (1849–1919) مذنب كوجي. يقترب المذنب مسافة 24,900 ميل (40,000 كم) من سطح الأرض، لكنه لن يرى مجدداً إلا بعد 13,500 سنة.

1874 يستحدث عالم الرياضيات الألماني الروسي الأصل جورج كانتور (1845–1918) نظرية الأعداد متناهية التحويل في الرياضيات.

1875 يقوم الفلكي الفرنسي جوليوس فوي (1841–1923) بأول قياس للثابت الشمسي على ارتفاعات عالية – كمية الطاقة الشمسية الكلية التي تسقط على الغلاف الجوي الخارجي. (المترجم: الثابت الشمسي هو شدة الإشعاع الساقط وليس الطاقة الكلية الساقطة ويساوي 1.4 كيلو وات/متر مربع).

الكيمياء CHEMISTRY

1874 يركب الكيميائي الألماني فريدناند تايمان (1848–99) مركب الفنيلين (عنصر المذاق الفعال في الفانيلا)، وهو أول المذاقات الاصطناعية تركيباً.

1874 يكتشف كلٌّ من الكيميائي الهولندي جيكوبس فانت هوف (1852–1911) والكيميائي الفرنسي جوزف لي بل (1847–1930)، كلٌّ على حدة، أن التكافؤات الأربعة (اتجاه الروابط التساهمية) لذرة الكربون تشير إلى زوايا شكل رباعي السطوح. يتوصل لي بل أيضاً إلى أن الروابط بين ذرة الكربون مع أربع ذرات (أو مجموعات) من الذرات الأخرى المتحدة معها تأخذ شكلاً غير متماثل، مما يفسّر النشاط البصري لمثل هذه المركبات.

1876 يستحدث الكيميائي وعالم الفيزياء الرياضية الأمريكي جيه. ولارد جبس (1839–1903) مفهوم طاقة الوضع الكيميائية، وهو مفهوم مهم في تحديد مدى إمكانية حدوث تفاعل كيميائي ما.

الفيزياء PHYSICS

1873 يصوغ الفيزيائي الهولندي يوهانز فان در وول (1837–1923) قانون فان در وول للغازات، الذي يوضح العلاقة بين الضغط والحجم للغازات الحقيقية (إقتصر تطبيق قوانين الغازات السابقة على الغازات المثالية أو الكاملة).

1874 يصك الفيزيائي الإيرلندي جورج ستوني (1826–1911) مصطلح «إلكتراين» للوحدة الاساسية للكهرباء وذلك في مقالته «الوحدات الفيزيائية في الطبيعة». يغير المصطلح فيما بعد (1891) إلى مفردة «الإلكترون».

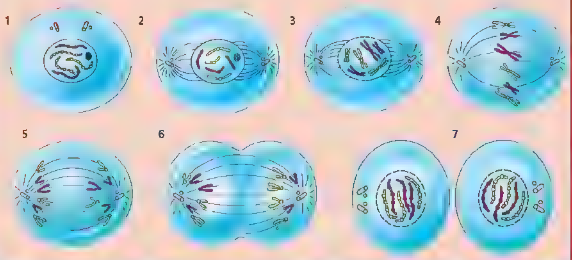
1876 يستحدث الفيزيائي الألماني يوجين غولدستين (1850–1930) مصطلح أشعة الكاثود تعبيراً عن سيل الأشعة / الجسيمات المنبعثة بواسطة الكاثود في أنبوب تفريغ.

العلوم الحيوية والطب BIOLOGY AND MEDICINE

1786 إدخال السنجاب الرمادي (*سايروس كارولينيسس*) إلى بريطانيا من أمريكا الشمالية. يحل النوع الجديد مكان السنجاب المحلي الأحمر اللون (*أس. فيلغاريز*).

1876 يصف عالم النباتات الألماني البولندي الأصل إدوارد ستراسبيرغ (1844–1912) الإنقسام الفتيلي (الميتوزي)، وهي العملية التي تنقسم فيها الخلية منتجة بذلك خليتين متماثلتين. كما يكتشف عالم الحيوان البلجيكي إدوارد فان بندين (1846–1910) الجسيمات المركزية، وهي أزواج من الجسيمات تتباعد مع بدء عملية الانقسام الفتيلي.

إدوارد ستراسبيرغ هو أول من وصف الإنقسام الفتيلي (الميتوزي) وذلك عام 1876، وهو نوع من أنواع انقسام الخلايا منتجاً خليتين جديدتين متماثلتين لكل خلية منقسمة، كما يحصل في عمليات التكاثر الطبيعية. يصف علماء الحياة الأطوار المختلفة للعملية بحسب التالي: الطور العامل المتأخر للنواة – بداية ظهور الكروموسومات (الصبغيات) (1) ، الطور التمهيدي الأولى – ظهور كامل للكروموسومات (2)، الطور التمهيدي المتأخر (3)، الطور الإستوائي (4) ، طور الإنفصال (5)، الطور الأخير (6)، الانقسام الكلي (7). تمتلك الخليتان الناتجتان الخصائص الجينية ذاتها للخلية الأم.



الهندسة والاختراعات ENGINEERING AND INVENTION

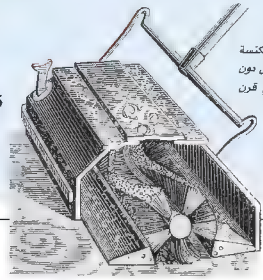
1876 يستحدث المكتبي الأمريكي ميلفل ديوي (1851 1931) نظام تصنيف ديوي العشري لترتيب الكتب في المكتبات العامة.

1876 يطوّر المهندس الألماني كارل فون لند (1842–1934) أول مثلجة عملية مستخدماً الأمونيا (النشادر) مادة تبريد.

1876 يشيد المهندس الألماني نيكولاس أووتو (1832–91) آلة احتراق داخلي ذات أشواط أربعة تستخدم غاز الفحم وقوداً.

1876 يخترع المهندس الأمريكي ميلفل بسيل (1843 89) مكنسة للسجاد.

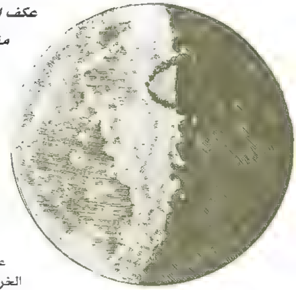
1876 يبتكر المهندس الروسي بافل جابلوتشكوف (1847–94) قوساً كهربائياً ذاتي التحكم يعرف الاختراع «الشمعة الكهربائية».



بقي تصميم مكنسة سجاد بسيل دون تغيير لحوالي قرن من الزمن.

رسم خرائط القمر والمريخ
MAPPING THE MOON AND MARS

عكف الفلكيون على رسم خرائط للقمر منذ أن صوب غاليليو غاليلي مقرابه نحوه عام 1610. لكن تطوّر مقاريب أعلى قوة جذب اهتمام الفلكيين إلى المريخ. ولعل أبرز من اتخذ هذا المنحى هو جيوفاني تشابريل الذي أدت إشاراته العرضية إلى القنوات على سطح المريخ إلى بداية جدل كبير بين الفلكيين.



▲ رسم غاليليو عام 1610 هذه الخريطة للوهاد على سطح القمر ونشرها في كتابه *الرسول النجمي*.

لم تزد قدرة أقوى مقاريب **غاليليو غاليلي** (1564–1642) عن تكبير صورة القمر ستة أضعاف ما يمكن للعين المجردة أن تراه، وعلى الرغم من ذلك وضع غاليليو رسومات تفصيلية برهنت أن مظاهر الزركشة على سطح القمر ليست إلا آثاراً لانعكاس الضوء من على جبال القمر وأخاديده. نشر الخرائطي (رسام الخرائط) الفنلدي مايكل لانغرينوس (1600–75) أول خريطة تفصيلية لسطح القمر عام 1645. أدخل لانغرينوس ممارسة تسمية جبال القمر وخصائص سطحه الأخرى باسم الفلكيين والعلماء المشهورين. وعلى سبيل المثال أطلق مسمى هيباركس على أحد الأخاديد الرئيسة على سطح القمر تكريماً للفلكي الإغريقي **هيباركس الناسياوي** (حوالي 190–125 ق. م). واعتقد لانغرينوس، كغيره من معاصريه، أن المناطق المعتمة من سطح القمر مسطحات مائية ممتدة ولذلك أطلق عليها مسمى مير (تعني البحر باللاتينية). لكن الجدل استمر بين الفلكيين حول ماهية هذه الأخاديد – هل هي بقايا فوهات بركانية قديمة أم أنها ناتجة عن تصادم النيازك والشهب بسطح القمر؟

برهن الفلكي الإنجليزي فرانسس بيلي (1774–1844) عام 1836 على وجود جبال ضخمة على سطح القمر وذلك من خلال رسم وتحليل الظاهرة التي عُرفت فيما بعد بظاهرة حبيبات بيلي. فخلال رصده القمر في فترة الكسوف الشمسي لاحظ بيلي تكون «صف من النقاط المضيئة الشفافة، تشبه صفاً من حبيبات مضيئة» حول الحافة المنحنية للقمر، وذلك مع بداية التغطية الظاهرية للقمر لقرص الشمس. فسر بيلي الظاهرة بشكل صحيح باعتبارها ناتجة عن شروق الشمس على وديان القمر بين الجبال العالية الواقعة على حوافه.

ضمن رائد الرسم والتصوير الضوئي الفرنسي لوي داغيير (1787–1851) عام 1839 تصويراً داغيريا للقمر ضمن لوحاته، وفي العام التالي قام العالم الأمريكي جون دريير (1811–82) بتصوير القمر بالأسلوب الداغيري. مع تطور مستحلبات التصوير الفعالة أصبح تصوير القمر أيسر مما كان سابقاً، بيد أن الرسم اليدوي الدقيق المبني على الرؤية المباشرة استمر حتى أواخر القرن التاسع عشر، بما في ذلك الصورة التي رسمها الفلكي الألماني فلهلم لوهرمان (1796–1840) والتي نشرها يوهان شميدت (1825–84) عام 1878. لم يظهر إلى حيز الوجود تصوير القمر عن قرب إلا خلال القرن العشرين. ففي عام 1945 قام الباحثون في هيئة الإشارات في الولايات المتحدة بتوجيه أشعة رادار نحو القمر لترتد جيئة وذهاباً من على سطحه، وتم خلال الخمسينات والستينيات من القرن العشرين التقاط صور تفصيلية للقمر بواسطة مجسات مجموعتا *لونك* و*لونا* السوفيتيتان ومجسات *رينجر* ضمن مجموعة رحلات ناسا الأمريكية.

شكل كوكب المريخ على الدوام مجالاً خصباً للخيال بين البشر، وبخاصة فيما يتعلق بإمكانية وجود حياة على سطح «الكوكب الأحمر». ويعتبر الفلكي الإيطالي **جيوفاني كاسيني** (1625–1712) أول من أشار إلى وجود «قلنسوات جليدية» في القطبين الشمالي والجنوبي للمريخ، وهي حقيقة أكدها عام 1704 الفلكي والخرائطي الإيطالي جياكومو مارالدي (1665–1729) الذي رسم كيفية تغير

تواريخ مفصلية

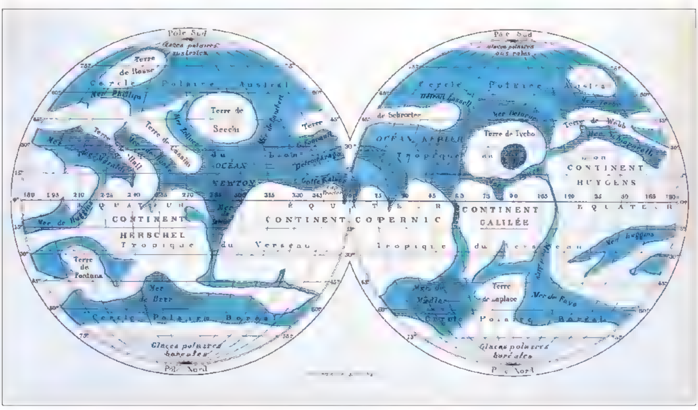
1610 خريطة غاليليو للقمر.

1645 خريطة لانغرينوس التفصيلية للقمر.

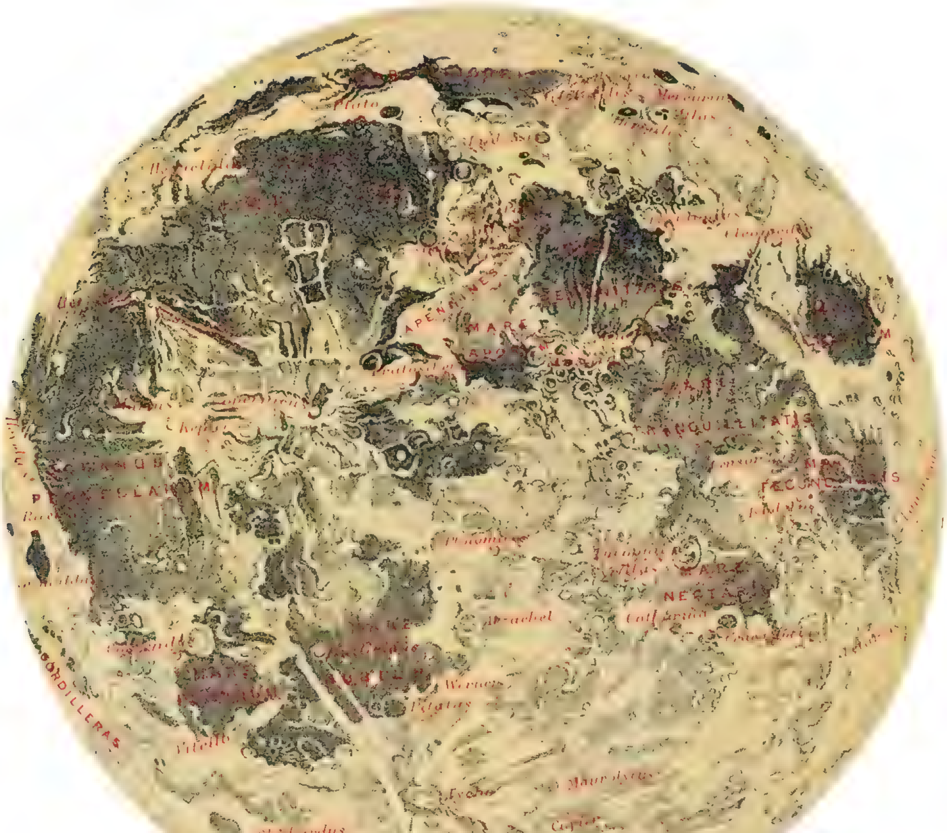
1704 خريطة مارالدي للقلنسوتين المتجمدتين على سطح المريخ.

1877 خريطة تشابريل للمريخ التي تظهر عليها «القنوات».

1878 آخر خريطة يدوية للقمر من رسم شميدت.



◀ خريطة المريخ تعود لعام 1880 من رسم الفلكي الفرنسي كاميلو فلاماريون (1842-1925) مبيناً عالماً ذا أراض قارية ومحيطات ممتدة بالإضافة إلى القلنسوتين الجليديتين.



حجم القلنسوات الجليدية مع تغير فصول السنة المريخية. (رسم كاسيني أيضاً صورة داغيرية للقمر بناءً على رصد إستمر ستة أعوام وبقيت خريطته خريطة معيارية لأكثر من قرن من الزمن). كان الإعتقاد السائد في البداية أن البقع المعتمة على سطح الكوكب بحار ثم تغير الإعتقاد باعتبارها أحواض (قيعان) بحار جفت منذ آماد بعيدة.

في عام 1877 حلت مسألة عقيمة على المجتمع العلمي صرفت الأنظار عن الحقائق المتعلقة بالكوكب الأحمر. قام الإيطالي **جيوفاني تشابريل** (1835–1910) برسم خريطة للمريخ وضع عليها خطوطاً تمثل ما أسماه «الثلمات». لكن، ولسوء الحظ، ترجمت المفردة الإيطالية *كانالي* (التي تعني الثلمة أو الوهاد) إلى مفردة «كنال» بالإنجليزية (والتي تعني القناة). ومن خلال هذا الخطأ في الترجمة اعتبر هاوي علم الفلك الأمريكي بيرسفال لوويل (1855–1916) الخطوط المعتمة جزءاً من نظام للري شيده المريخيون لنقل الماء من القلنسوتين المنصهرتين إلى المناطق الإستوائية الجافة. التقط لوويل أول صورة للمريخ عام 1905 مستخدماً مقراب مرصده في ولاية أريزونا. لكن الفلكيين في العصر الحديث يرون أن القنوات على سطح المريخ ليست ذا فائدة عدا كونها تشكل فضولاً علمياً حول تاريخ تكون الكوكب، أو خدعة بصرية (سرابا) في أحسن الأحوال، وهو رأي أكدته مجسات *مارينر 4* الأمريكية عام 1965 وكذلك سلسلة رحلات *المريخ* عام 1971. ويعتقد حالياً أن «جليد» القلنسوتين يتكون بشكل رئيس من غاز ثاني أكسيد كربون متجمد.

▲ بحلول عام 1850 تطور رسم الخرائط بحيث أمكن تمييز وتسمية الأخاديد ذات الألوان الطفيفة والبحار المعتمة. الخريطة المبينة ورقة من مجموعة قطع أنتجتها شركة تعليمية في لندن.

علم الفلك والرياضيات ASTRONOMY AND MATH

1877 يبرهن الفلكي الايطالي **جيوفاني تشابريل** (1835 1910) على وجود «وهاد» على سطح القمر، لكن المفردة الإيطالية كانالي تترجم خطأ إلى الإنجليزية لتحمل معنى «القنوات» مما يؤدي إلى بداية جدل عقيم على نطاق واسع.

1877 يكتشف الفلكي الأمريكي أساف هول (1829 1907) قمرين من أقمار كوكب المريخ هما فوبوس وديموس.

1878 ينشر الفلكي الألماني يوهان شميدت (1825 1884) آخر خريطة تفصيلية باليد للقمر رسمها الفلكي الألماني فلهلم لوهمان (1796–1840) تبعاً لمشاهداته بالعين المجردة.

الكيمياء CHEMISTRY

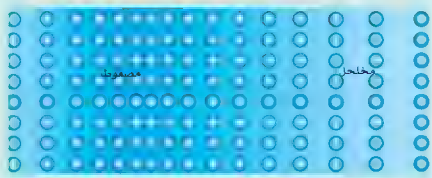
1877 يصف الكيميائيان الفرنسي تشارلز فريدل (1832–99) وزميله الأمريكي جيمس كرافتس (1839–1917) تفاعل فريدل – كرافتس، وهو طريقة لإدخال مركب من المجموعة الأولى من القواعد (مثل الميثيل) في حلقة بنزين باستخدام مركب من مجموعة القواعد الهاليداتية (مثل كلوريد الميثيل). يأخذ التفاعل اهمية بالغة في تركيب المركبات العضوية.

1878 يكتشف الكيميائي الألماني فكتور ماير (1848–97) الأوكسيم، مركبات عضوية تتميز بوجود المجموعة ثنائية التكافؤ C= NOH.

1879 يكتشف الكيميائيان الأمريكيان آيرا ريمسن (1846–1927) وكونستاتين فوليبرغ (1850–1910) السكرين، مادة تحلية اصطناعية تزيد قدرة تحليتها عن قدرة السكر بحوالي 2,000 مرة.

الفيزياء PHYSICS

تنتج الموجات الصوتية عن اهتزاز جسم ما أو الهواء نفسه. لكن الهواء نفسه لا ينتشر بعيداً عن المصدر مع انتشار الموجات الصوتية. بل ان جزيئات الهواء تهتز جيئة وذهاباً حول نقاط اتزانها. فالمناطق التي تتقارب فيها جزيئات الهواء إلى بعضها تسمى بالمناطق المضغوطة، بينما تعرف المناطق التي تتباعد فيها الجزيئات عن بعضها بالمناطق المتخلخلة. وبذلك يعني الإنتشار الموجي انتشار مخطط الضغط والخلخلة (الاضطراب).



1877 يفسر الفيزيائي الإنجليزي **جون ستروت، لورد رايلي** (1842–1919) طبيعة الموجات الصوتية باعتبارها مناطق متناوبة من الضغط العالي والمنخفض في الهواء أو في الأوساط المادية الأخرى (مناطق تخلخل وانضغاط).

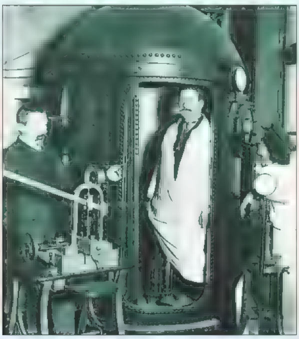
1879 يكتشف الفيزيائي الأمريكي إدوين هول (1855–1938) ظاهرة هول، وتتعلق بنشوء فرق جهد كهربائي عبر طرفي مقطع موصل موضوع في مجال مغناطيسي عند مرور تيار كهربائي على امتداده.

العلوم الحيوية والطب BIOLOGY AND MEDICINE

1877 يطور عالم البكتيريا الألماني روبرت كوخ (1843–1910) طريقة لتلطيخ البكتيريا (لدراستها تحت المجهر).

1877 يصك عالم الفسيولوجيا الألماني فلهلم كوهن (1837 1900) مصطلح «الأنزيم» للدلالة على البروتين الذي يقوم مقام المادة الحفازة في التفاعلات الكيميائية الحيوية.

1878 يبرهن عالم الفسيولوجيا الفرنسي بول بيرت (1833–86) على أن سبب مرض زوال الضغط هو النيتروجين المذاب في الدم. يعاني من المرض الغواصون في أعماق البحار الذين يستنشقون الهواء المضغوط ثم يعودون إلى السطح بسرعة.



استخدم بول بيرت غرفة ضغط الهواء لدراسة الآثار الفسيولوجية لتغير ضغط الهواء.

الهندسة والاختراعات ENGINEERING AND INVENTION

1877 يشيد المهندس الأمريكي إفرايم شاي (1839–1916) قاطرة بخارية بعجلات مسننة تناسب بخاصة عربات تسير على سكك خشبية على طرق ذات انحدارات حادة.

1877 يبتكر كلٌ من الفيزيائي الإنجليزي جوزف سوان (1828–1914) والأمريكي **توماس اديسون** (1847–1931) أول مصباح كهربائي، يعرض الابتكار عام 1878 (سوان) وعام 1879 (أديسون).

1877 يبتكر كلٌ من المهندس الأمريكي **توماس اديسون** (1847–1931) والفرنسي تشارلز كروس (1842–88)، وبشكل مستقل عن بعضهما، الفونوغراف (الحاكي).

1877 يصمم المهندس السويدي كارل دي لافال (1845–1913) آلة طرد مركزي لخفق القشدة، تعتبر الآلة أول تطبيق عملي لمبدأ الطرد المركزي.

1877 يشيد رائد الطيران الألماني **اووتو ليلينتال** (1848–96) أولى نماذج طائراته الشراعية.

1878 يشيد المهندس الإسكتلندي دوغالد كلرك (1854–1932) آلة احتراق (غاز) ذات شوطين (سجلت عام 1881).



المصابيح الأولى التي ابتكرها سوان وأديسون

انظر أيضا رسم خرائط القمر والمريخ 6: 36-37؛ الجراثيم والأمراض 6: 40-41؛ الطائرة 7: 28-29؛ الحمض الديوكسي الريبو نووي (DNA) - الحلزون المزدوج 9: 10-11

علم الفلك والرياضيات ASTRONOMY AND MATH

1879 يقترح الفلكي الإنجليزي جورج داروين (1845–1912) نظرية حول تكون القمر مفادها انبثاقه عن مادة قشرية انفصلت بقوة عن الأرض نتيجة سرعة دورانها الكبيرة، واستنتج من ذلك تباطؤ حركة القمر في ابتعاده عن الأرض مع تباطؤ السرعة الدورانية للأرض. فندت نظرية داروين خلال السنوات الخمسين الماضية فقط. ويعتقد حالياً أن القمر تكون نتيجة اصطدام كويكب بسطح الأرض.

1880 يتنبأ الفلكي الإسكتلندي جورج فوربس (1849–1936) بوجود «الكوكب X» في مدار خلف مدار كوكب أورانس. رصد الكوكب بلوتو عام 1930.

الكيمياء CHEMISTRY

1879 يكتشف الكيميائي السويدي بيير كليف (1840–1905) عنصر الهولميوم وعنصر الثوليوم. ويكتشف الكيميائي الفرنسي بول ليكو دي بويزبوردان (1838–1912) عنصر ساماريوم.

1880 يركب الكيميائي الألماني أدولف فون باير (1835–1917) النيلج، وكان يتم الحصول عليه قبل ذلك من نباتات النيلج.



تدهورت صناعة النيلج، مثل المصنع في منطقة البنغال في الهند، بعد توصل فون باير إلى تركيب اللون النيلي اصطناعياً عام 1880.

الفيزياء PHYSICS

1879 يصوغ الفيزيائي النمساوي جوزف ستيفان (1835–93) قانون ستيفان: ينص القانون على العلاقة الطردية بين شدة الإشعاع الصادر عن الجسم الأسود مع درجة الحرارة المطلقة مرفوعة إلى الأس أربعة. يقوم الفيزيائي النمساوي لودفغ بولتزمان (1844–1906) في وقت لاحق بإثبات العلاقة نظرياً، ولذلك يعرف القانون أحياناً بقانون ستيفان – بولتزمان.

1880 يكتشف عالم الكيمياء الفيزيائية الفرنسي بيير كيوري (1859–1906) ظاهرة الكهرباء الضغطية (بيزو كهربائية)، وتتعلق بنشوء فرق جهد كهربائي في البلورات تحت إجهاد ميكانيكي. تستغل الظاهرة في لواقط أجهزة الحاكي (الفونوغراف) وفي بعض قداحات السجائر.

1880 يكتشف الفيزيائي أوغستو ريغي (1850–1920) ظاهرة التخلفية المغناطيسية، وتشير الظاهرة إلى اعتماد الفيض المغناطيسي الناشئ في مادة ما على زيادة أو نقصان المجال المغناطيسي. يعيد الفيزيائي الإسكتلندي ألفريد أيونغ (1855–1935) اكتشاف الظاهرة بعد عشرة أعوام دون علمه عن أبحاث ريغي.

العلوم الحيوية والطب BIOLOGY AND MEDICINE

1879 يجري الجراح الإسكتلندي وليام ماكوين (1848–1924) أول عملية جراحية ناجحة لإزالة ورم سرطاني في الدماغ.

1879 يكتشف عالم الكيمياء الحيوية الألماني ألبريخت كوسل (1853–1927) الأحماض النووية، تسمى الأحماض في وقت لاحق الـDNA (الحمض الديوكس النووي) ويكتشف كذلك الـ RNA (الحمض الريبوني النووي).

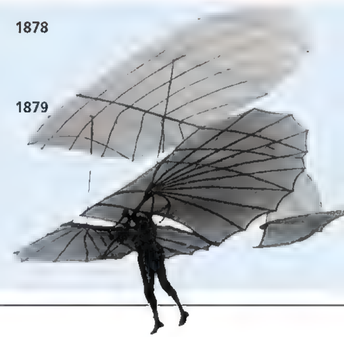
1880 يكتشف عالم الطفيليات الفرنسي ألفونس لافيرا (1845–1922) جرثومة بلازموديوم (جرثومة الملاريا)، التي تسبب مرض الملاريا.

1880 يبرهن عالم النبات الألماني أندريز شمبر (1856–1901) أن النباتات تستخدم النشا لخزن الطاقة.

1880 يكتشف الكيميائي الفرنسي لوي باستور (1822–95) بكتيريا المكور العنقودي (ستريبتوكوكاي).

1880 يكتشف عالم البكتيريا الألماني كارل إبيرث (1835–1926) البكتيريا المسببة لحمى التيفوئيد.

الهندسة والاختراعات ENGINEERING AND INVENTION



1878 يصمم المبتكر الأمريكي الإنجليزي الأصل ديفيد هيوز (1831–1900) الميكروفون الكربوني.

1879 يطور عالم التعدين الإنجليزي سدني توماس (1850–85) وقريبه بيرسي غلتشريست (1851–1935) طريقة المعالجة الأساسية لتصنيع الفولاذ.

أجرى أوتو ليلنتال تجارب على العديد من تصاميمه للطائرات الشراعية، بما في ذلك الطائرة المزدوجة المبينة التي شيدها عام 1896.

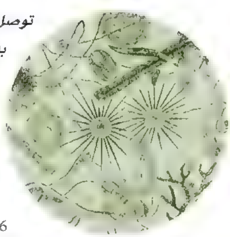
1879 يسجل المبتكر الأمريكي جيمس ريتي (1836–1918) براءة اختراع مسجلة النقد.

1879 يبتكر المخترع الإنجليزي هنري لوسون الدراجة «الآمنة»، التي تدار بواسطة سلسلة تلف على العجلة الخلفية. تتبنى المصانع التصميم على مستوى العالم.

1879 تصدير أول شحنة لحوم مجمدة على ظهر الباخرة *س. س. ستراثليفن* من أستراليا إلى إنجلترا. تستغرق الرحلة شهرين.

الجراثيم والأمراض GERMS AND DISEASE

توصل العلماء خلال أواسط القرن التاسع عشر إلى أن الجراثيم هي التي تتسبب في الإصابة بالأمراض، متوقفين بذلك عن لوم «الأرواح الشريرة» أو «الهواء الخبيث». ومع تطور المجاهر واستحداث تقانات مخبرية جديدة شمر العلماء السواعد بحثاً لإصطياد هذه الكائنات الدقيقة القاتلة.



▲ يعود تاريخ هذه اللوحة إلى القرن التاسع عشر وتبين عدداً كبيراً من الجسيمات مختلفة الشكل والحجم الموجودة في مياه الشرب.

يعود تاريخ معرفة الجراثيم كمسبب للأمراض إلى عام 1546، حين ربط الطبيب الايطالي **جيرولامو فراكاستورو** (حوالي 1478–1553) في كتابة في *العدوى والأمراض المعدية*، الجراثيم بالأمراض. لكن أحداً لم يعر ملاحظة فراكاستورو اهتماما حتى عام 1676عندما شاهد العالم الدنماركي **انتوني فان ليوفنهوك** (1632–1723) البكتيريا لأول مرة مستخدماً مجهراً محلي الصنع. كانت البكتيريا التي شاهدها مأخوذة من فمه ويحتمل أنها لم تكن حاملة لأي مرض.

في عام 1840 تقدم عالم الأمراض الألماني جيكوب هينل (1809–85) بفكرة مفادها انتقال عدوى الأمراض بواسطة كائنات طفيلية، وهو مبدأ ما يعرف بالنظرية الجرثومية التي افترضها فيما بعد، وبشكل مستقل، الكيميائي الفرنسي **لوي باستور** (1822–95). من جانبه أعلن عالم الجراثيم الألماني **روبرت كوخ** (1843–1910) عام 1877 توصله إلى طريقة لتلطيخ البكتيريا لجعل دراستها تحت المجاهر أكثر يسرا. وبعد سبع سنوات وسع الطبيب الدنماركي هانز غرام (1853–1938) مدى أسلوب التلطيخ باستخدامه وسيلة لتصنيف البكتيريا التي قُسمت منذ ذلك الحين إلى بكتيريا موجبة الغرام وأخرى سالبة الغرام وذلك استناداً إلى قدرتها على امتصاص مادة تلطيخ (تلوين) معينة. كما يصنف علماء الجراثيم البكتيريا بحسب أشكالها: البكتيريا المكورة (مدورة)، والبكتيريا العُصية (الباسيل أو البيضاوية)، والبكتيريا الملتوية (حلزونية) وهكذا دواليك.



مع توصل علماء الجراثيم إلى معرفة أشكال البكتيريا تسارعت الجهود لاصطيادها، وبذلك وضع العلماء أنفسهم في دائرة خطر داهم بتعاملهم مع مرابي بكتيريا الأمراض المعدية. لكن الجهود أينعت أكلها سراعا. ففي عام 1880 اكتشف عالم الجراثيم الألماني كارل إيبرث (1835–1926) البكتيريا الباسيلية المسببة لمرض التيفوئيد. واكتشف عالم الجراثيم الألماني **روبرت كوخ** (1843–1910) عام 1882 البكتيريا المسببة لمرض السل الرئوي، كما اكتشف عالما الجراثيم الألمانيان فريدريك لوفلر (1852–1915) وفلهلم شوتس (1839–1920) سبب إصابة الحيوانات بمرض الرُعام (سيلان المخاط)، ومن ذلك اكتشف طبيب الحيوانات الدنماركي بيرهارد بانغ (1848–1932) عام 1897 البكتيريا البسيلية المسببة لحالات الإجهاض عند البقر، كما توصل عالم الجراثيم الياباني كيوشي شيغا (1871–1957) إلى مسببات أمراض الديزنتاريا (الزحار) المتوطنة.

لكن البكتيريا ليست الكائنات الدقيقة الوحيدة المسببة للأمراض. على سبيل المثال تسبب البروتوزوات (الأوليات) عدة أمراض من بينها مرض النوم الذي تسببه البروتوزات المثقبية وكذلك داء تشاغاس (الدُراق الطفيلي)، كما يسبب الأميبا (حييوين وحيد الخلية) مرض الديزنتاريا الأميبية. بالاضافة إلى ذلك تسبب

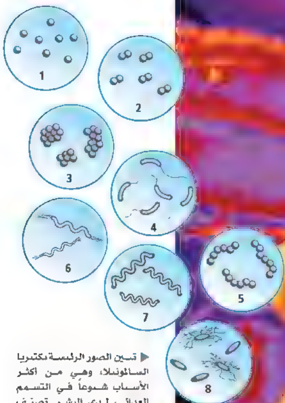
تواريخ مفصلية

- **1546** يقدم فراكاستورو فرضية الجراثيم كسبب للأمراض.
- **1676** يكتشف فان ليوفنهوك البكتيريا.
- **1840** النظرية الجرثومية لهينل .
- **1884** تصنيف غرام للبكتيريا باستخدام التلطيخ.
- **1897** اكتشاف بيارنك للفيروسات.



◄ استخدم لوي باستور الأرانب وحيوانات التجارب الأخرى في أبحاثه حول البكتيريا. استزرع باستور البكتيريا في مرابي غذائية في غرفة سرداب منزله مزودة بغلاية وأنابيب مياه ساخنة لإبقاء البكتريا دافئة.





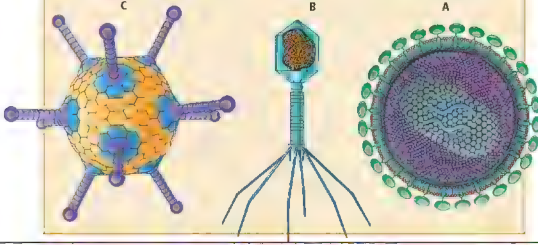
▶ تبين الصور الرئيسة بكتيريا السالمونيلا، وهي من أكثر الأسباب شيوعاً في التسمم الغذائي لدى البشر. تصنف البكتيريا المستطيلة الشكل ضمن أنواع بكتيريا الباسيل. ومن بين الأشكال الشائعة: أحادي التكور (1)، ثنائي التكور (2)، المكور العنقودي (3)، الضمة أو الذب (4)، السلسلة الملتوية (5)، الحلزن أو الحلزونة (6) الزنبركة (7)، وأخيرا الباسل (8).

الطفيليات الرغوية (بلازموديوم) مرض الملاريا. علاوة على ذلك يعود سبب بعض الأمراض الجلدية والرئوية إلى بعض أنواع الفطر المجهري. وقد تم اكتشاف معظم هذه الجسيمات المجهرية على يد علماء الجراثيم خلال القرن التاسع عشر.

برهن عالم الجراثيم الهولندي مارتينوس بيارنك (1851–1931) عام 1897 على عدم نفاذ الجسيمات المجهرية المسببة لمرض فسيفساء التبغ عبر المرشحات الإعتيادية المستخدمة لاصطياد البكتيريا. كان هذا أول اكتشاف للفيروس. وبعد سنة اكتشف الفيروس المسبب للحمى القلاعية في الماشية. ومنذ ذلك الحين تبينت مسؤولية الفيروسات عن العديد من الأمراض التي تصيب الإنسان، بما في ذلك الحمى الصفراء والزكام وشلل الاطفال والحصبة، وكذلك مرض الأيدز (متلازمة نقص المناعة المكتسبة). ومع اكتشاف كل بكتيريا عمد علماء الجراثيم الى تطوير اللقاحات المناسبة لإعطائها للبشر لوقايتهم من تلك الامراض. وعلى مستوى اللقاحات ضد الفيروسات فقد كان تطويرها أصعب بكثير، لكن تتوافر اليوم اللقاحات المناسبة للوقاية من كافة الأمراض الفيروسية باستثناء مرض الأيدز.

الفيروسات

حجم الفيروسات صغير إلى درجة لايمكن اصطيادها باستخدام المرشحات التي تستخدم لاصطياد البكتيريا. ولذلك توارت الفيروسات عن أنظار الباحثين حتى نهايات القرن التاسع عشر. بالرغم من ذلك لم يتمكن أحد من رؤية الفيروسات حتى ابتكار المجهر الإلكتروني بنهايات الثلاثينيات من القرن العشرين. كشفت الدراسات أن للفيروسات أشكال عدة وتتكون من «حاوية» بروتينية خارجية تحتوي على جزيء الـ DNA (حمض نووي ديوكسي) أو جزيء الـ RNA (حمض نووي ريبوني). وتمتد من السطح الخارجي للحاوية تركيبات مختلفة. لا تستطيع الفيروسات التكاثر خارج الخلية الحية، لكنها وبمجرد احتلالها موقعها في الخلية تقوم بالتحكم فيها مما يؤدى إلى تسارع تكاثر الجسيمات الفيروسية. تتناثر الجسيمات الجديدة لتغزو خلايا أخرى. تبين الأشكال أدناه ثلاثة أنواع من الفيروسات: فيروس الغدد أو أتش (A) المسبب للأمراض الرئوية الحادة، وفيروس ملتهم الجراثيم (B) الذي يهاجم البكتيريا، وفيروس HIV أتش آي في (فيروس نقص المناعة المكتسبة لدى الإنسان) المسبب لمرض الأيدز (C).



علم الفلك والرياضيات ASTRONOMY AND MATH

1881 يبتكر الفلكي الأمريكي صامويل لانغلي (1834–1906) جهاز البولوميتر (مقياس الطاقة الإشعاعية)، وهو جهاز حساس لقياس درجة الحرارة يستخدم لقياس الإشعاع الشمسي.

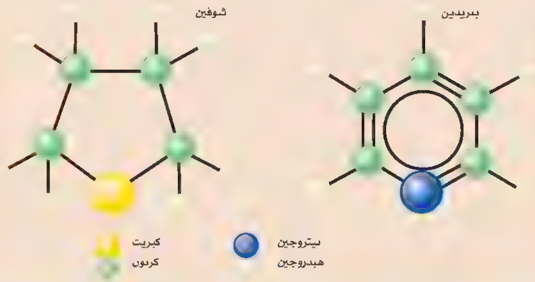
1881 يستحدث الكيميائي وعالم الفيزياء الرياضية جيبه. ولارد جبس (1839–1903) نظاماً لتمثيل المتجهات ثلاثية الأبعاد.

1881 يلتقط الفلكي الأمريكي هنري دربير (1837–82) أول صورة ضوئية للمذنبات، ويتبعه بعد عام الفلكي الإسكتلندي ديفيد جل (1843– 1914) بالتقاط صور مماثلة.

الكيمياء CHEMISTRY

1882 يكتشف الكيميائي الألماني آرثر هانتزش (1857–1935) البيريدين (قاعدة عضوية)، وهو مركب عضوي تتكون جزيئاته من حلقة تضم خمس ذرات كربون وذرة نيتروجين واحدة. ويعتبر أول مركب حلقي غير متجانس مكتشف (المركبات المتكونة من ذرات الكربون بالإضافة إلى ذرة «دخيلة» واحدة أو أكثر).

المركبات الحلقية غير المتجانسة مركبات كيميائية عضوية تأخذ جزيئاتها شكلاً حلقياً وبحيث تحتوي الحلقة على ذرة واحدة على الأقل من ذرات العناصر غير الكربون. (تسمى الحلقات المحتوية على ذرات الكربون بالحلقات الأليفاتية). مثل اكتشاف البيريدين – بواسطة آرثر هانتزش عام 1882 والثيوفين – بواسطة فكتور ماير عام 1882 أيضاً – أول اكتشافين للمركبات الحلقية غير المتجانسة.



الفيزياء PHYSICS

1881 يبرهن العالم الألماني هيرمان فون هلمهولتز (1821–94) على أن الشحنات الكهربائية لذرة الهيدروجين تمثل وحدة واحدة للشحنة، وهو ما يشير إلى وجود وحدة طبيعية للشحنة الكهربائية (وجود قيمة دنيا للشحنة).

العلوم الحيوية والطب BIOLOGY AND MEDICINE

1882 يطور عالم الأنثروبولوجيا (علم الإنسان) الفرنسي ألفونس بيرتيلون (1853–1914) نظام بيرتيلون، المبني على استخدام القياسات الدقيقة لجسم الإنسان والأوصاف الطبيعية والصور الضوئية كوسيلة للتعرف على مرتكبي الجرائم.

1882 يكتشف عالم الجراثيم الألماني **روبرت كوخ** (1843–1910) البكتيريا المسببة لمرض السل الرئوي. كما يكتشف بعد سنة البكتيريا المسببة لمرض الكوليرا.

1883 يكتشف الجراح السويسري أميل كوتشر (1841–1917) دور الغدد الدرقية في داء الحَرَب (الجوتر أو تضخم الغدة الدرقية)، وبعد سنة يستخدم عالم الفسيولوجيا الألماني موريتز شف (1823–96) مواد مستخرجة من الغدد الدرقية لمعالجة الداء نفسه.

1883 يموت آخر حيوانات الكواغة (حيوان أفريقي يشبه الحمار الوحشي) في العالم في حديقة مدينة أمستردام.

1883 يكتشف عالم الجراثيم الروسي إيلي متشنكوف (1845–1916) ظاهرة البلعمة، وهي العملية التي تقوم خلية تعرف بالبُلعم (مثل بعض خلايا الدم البيضاء) بإحاطة الجسيمات الدخيلة (مثل البكتيريا) ومن ثم تدميرها.



تحيط الخلية بكائن آخر في ظاهرة البلعمة.

الهندسة والاختراعات ENGINEERING AND INVENTION

1881 يشيد المهندس الفرنسي تشارلز لارتيغ (1834–1907) في الجزائر قطاراً أحادي السكة يدار بقوة البخار. يطبق تصميمه في تشييد القطار أحادي السكة بين مدينتي ليستوول وباليبونيون في إيرلندا الذي دشن عام 1886.

1882 تدشين أول محطة توليد طاقة كهربائية من تصميم المهندس الأمريكي **توماس اديسون** (1847–1931) في شارع بيرل بمدينة نيويورك.

1882 يشيد المهندس الألماني فيرنر فون سيمنز (1816–92) عربة ترولي كهربائية.

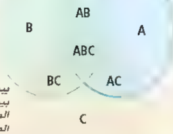
1883 يبتكر المهندس البلجيكي إتيينيه لينو (1822–1900) شمعة الاحتراق (لآلات الاحتراق الداخلي).

انتصبت قاطرة لارتيغ على سكة حديدية واحدة.



انظر أيضا الجراثيم والأمراض **6**: 40-41؛ آلة (محرك) الاحتراق الداخلي **6**: 44-45؛ الرشاش **7**: 44-45

علم الفلك والرياضيات ASTRONOMY AND MATH



يبين مخطط فن العلاقة بين المجموعات. وتمثل المناطق المشتركة الصفات المتماثلة بين هذه المجموعات.

1881 ينشر عالم الرياضيات الإنجليزي جون فن (1834–1923) كتاب *المنطق الرمزي*، يستحدث فيه مبادىء العلاقات المنطقية ويطور مخططات فن.

1884 يكتشف الفلكي الألماني ماكس وولف (1863–1932) مذنب وولف ذا الزمن الدوري البالغ سبع سنوات فقط.

الكيمياء CHEMISTRY

1882 يكتشف الكيميائي الألماني فكتور ماير (1848–97) الثيوفين، وهو مركب عضوي عطري حلقي يتكون من أربع ذرات كربون وذرة كبريت واحدة، ويجد المركب استخدامات فيما بعد كمذيب.

1883 يستحدث الكيميائي الدنماركي يوهان كيلدال (1849–1900) طريقة لإيجاد كمية النيتروجين في المركبات العضوية بدقة. استمر استخدام هذه الطريقة في التحليل لحوالي 100 سنة.

1884 يبدأ عالم الكيمياء الفيزيائية سفانت آرهينوس (1859–1927) دراسة تفكك الإلكتروليت إلى أيونات، وبذلك يصبح رائداً رئيساً في وضع قواعد علم الكيمياء الكهربائية.

الفيزياء PHYSICS

1881 يستخدم الفيزيائي الإنجليزي جيه. جيه. تومسون (1856–1940) علاقات ماكسويل لعام 1864 للتنبؤ بتغير كتلة ما عند شحنها (مفهوم الكتلة الكهرومغناطيسية).

1882 ينشر الفيزيائي الأمريكي ألبرت مايكلسون (1852–1931) أولى نتائج حساباته لسرعة الضوء التي يقدرها بـ 186,320 ميلاً في الثانية (299,853 كم في الثانية). تبلغ نسبة الخطأ في حسابات مايلكسون 0.02 بالمئة فقط. ويعتبر الرقم أكثر الحسابات دقة حتى قام مايكسلون بتصحيحه عام 1926.

1883 يستحدث المهندس من إيرلندا الشمالية أوزبورن رينولدز (1842–1912) عدد رينولدز، والذي يستخدم لاستقراء كيفية سريان سائل في أنبوب (مثلاً هل سيكون السريان مضطرباً أم لا ؟)، مما يساعد المهندسين على تشييد نماذج كبيرة للآلات.

العلوم الحيوية والطب BIOLOGY AND MEDICINE

1884 يبرهن عالم الفسيولوجيا الألماني ماكس روبنر (1854–1932) على استغلال الجسم للكربوهيدرات والدهون والبروتون لإنتاج الطاقة (ينتزع النيتروجين من البروتين قبل استخدامه وقوداً).

1884 يكتشف عالم الأمراض الألماني إدوين كلبس (1834–1913) وعالم الجراثيم فريدريك لوفلر (1852–1915) الجسيم المجهري المسبب لمرض الدفتريا (الخُناق).

1884 يستحدث الطبيب الألماني هانز غرام (1853–1938) طريقة غرام لتصنيف البكتيريا من خلال تلطيخها. ما زال أسلوب تلطيخ غرام قيد الإستعمال – تصنيف البكتيريا باعتبارها غرام موجب أو غرام سالب بناءً على امتصاصها للمادة الملطخة من عدمه.

1884 يعيد عالم الجراثيم الألماني جورج غافكي (1850–1918) اكتشاف البكتيريا المسببة لحمى التيفوئيد (*سالمونيلا تايفي*).

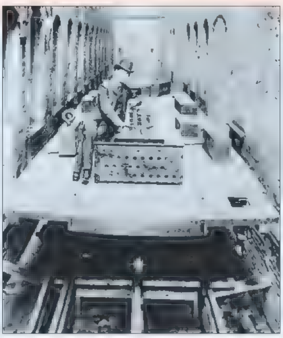
1884 يكتشف عالم الفسيولوجيا الألماني ألبريخت كوسل (1853–1927) الهستون، وهو بروتون بسيط ذو خواص قاعدية يصاحب الـ DNA (الحمض النووي الديوكسي) ويوجد في كروسومات (صبغيات) النباتات والحيوانات.

1884 يستحدث الجراح الأمريكي التشيكي الأصل كارل كولر (1857–1944) استخدام الكوكائين كمخدر موضعي.

الهندسة والاختراعات ENGINEERING AND INVENTION

1884 يصنع المبتكر الأمريكي الإنجليزي الأصل هيرام ماكسيم (1840–1916) أول بندقية كاملة الأتمتة.

1884 يصمم المهندس السويسري رومان آبت (1850–1933) نظام سكة حديد مسننة لاستخدامه على الجبال شديدة الانحدار.



فرانك سبراغ واقفاً على الهيكل المعدني للترولي الكهربائي الذي ابتكره.

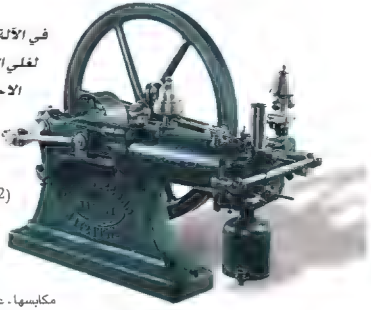
1884 ينشئ المهندس الأمريكي فرانك سبراغ (1857–1934) شركة سبراغ للقطارات الكهربائية والمحركات ويعرف سبراغ فيما بعد «بأبي القاطرات الكهربائية».

1884 يطور المهندس الإنجليزي تشارلز بارسونس (1854–1931) توربينا بخارياً متعدد المراحل. يستخدم التوربين في البداية لتسيير القوارب.

1884 يبتكر المخترع الأمريكي الألماني الأصل أوتمار ميرجنثالر (1854–99) آلة اللينوتيب (المنضدة السطرية) التي تنضد سطراً كاملاً من قوالب الحروف في آنٍ واحدٍ.

آلة (محرك) الاحتراق الداخلي
THE INTERNAL COMBUSTION ENGINE

في الآلة البخارية، التي كانت المصدر الرئيس للطاقة خلال فترة الثورة الصناعية، يتم حرق الوقود لغلي الماء وتحويله إلى بخار خارج منظومة الآلة نفسها. وبذلك تمثل الآلة البخارية هذه مثالاً لآلة الاحتراق الخارجي. لكن حرق الوقود داخل أسطوانات الالة نفسها، مثلما يحدث في آلات الاحتراق الداخلي، يرفع كفاءة الآلة بشكل كبير.



▲ احتاجت آلة أووتو الغازية لعام 1876، مثلها مثل آلة لينو السابقة لها، احتاجت إلى دولاب ضخم لتنعيم حركتها الارتجاجية. وفر حزام عريض ملفوف حول الدولاب الأصفر قوة الدفع النهائية للآلة.

يعتبر المهندس البلجيكي إتينيه لينو (1822–1900) أول من نجح في تصنيع آلة احتراق داخلي، وذلك عام 1859. استخدمت الآلة غاز الفحم وقوداً وكان الغاز بعد خلطه مع الهواء يشفط إلى داخل أسطوانات الآلة من خلال حركة مكابسها. عند بلوغ المكبس منتصف المسافة ما بين طرفي الأسطوانة تبعث شرارة كهربائية فتشعل مزيج الغاز والهواء لينفجر ويدفع بالتالي المكبس إلى نهاية شوطه. وبعودة المكبس يشفط خليط الهواء والغاز من الناحية الأخرى من الأسطوانة لتتكرر العملية مجدداً. وبذلك كانت آلة لينو آلة مزدوجة الفعل. بلغت قدرة الآلة حوالي حصان ميكانيكي واحد مع دورة عاملة بطيئة تبلغ 200 دورة في الدقيقة (د ف د). ونظراً للاهتزاز الكبير للآلة خلال مرحلة عملها ضمت دولاب موازنة ثقيل.

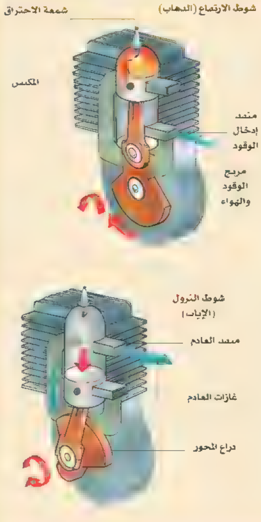
سجل المهندس الفرنسي ألفونس بيو دي روتشا (1815–93) عام 1862 براءة اختراع آلة ذات مراحل، أو أشواط، أربعة. لكن روتشا نفسه لم يشيد الآلة، لذا وعند انتهاء صلاحية تسجيل الإختراع، إغتنم الفرصة المهندس العصامي العملي الألماني نيكولاس أووتو (1832–91) والذي كان يصنع آلات تشبه آله لينو. شيد أووتو عام 1876 أولى آلته الأفقية ذات الأشواط ضمنها مخارج، أو ثقوباً، على سطح أسطواناتها لإدخال اللهب اللازم لإشعال مزيج الغاز والهواء. بلغت قدرة الآلة ثلاثة أحصنة ميكانيكية وبمعدل 180 دورة في الدقيقة. ولفترة من الزمن عرفت الآلات ذات الأشواط الأربعة بدورة أووتو، والتي مايزال مبدؤها أساس تشغيل الآلات الحديثة.

استمر أووتو باستخدام غاز الفحم وقوداً. وفي عام 1867 إبتكر المهندس النمساوي سيغفرايد ماركوس (1831–98) المُكَربن (كاربريتور) الذي يقوم بتبخير الغازولين السائل ويمزجة مع الهواء. في عام 1885 إبتكر كلٌ من المهندسين الألمانيين كارل بنز (1844–1929) وغوتليب دايملر (1834–1900)، وبشكل مستقل عن بعضهما، إبتكرا أول آلة احتراق داخلي وقودها الغازولين. ومما يجدر ذكره أن الرجلين عملا من قبل مساعدين لأووتو. استخدمت الآلتان لتطوير محركات السيارات والدراجات النارية. بلغت سرعة دوران آلة دايملر 900 دورة في الدقيقة واستخدمت أنبوباً متوهجاً من البلاتين لإشعال الوقود، كما تضمنت مكربناً من اختراع شريكه المهندس الألماني فلهلم ميباخ (1846–1929). عُرف مكرين ميباخ بالمكرين السطحي نظراً لإنتاجه مزيج الغازولين والهواء من خلال دفع تيار هوائي على امتداد سطح الغازولين. أما آلة بنز فكانت أقل في سرعتها الدورانية (250 د ف د) منتجة قدرة تقل عن حصان ميكانيكي واحد، لكن السيارة التي استخدمت الآلة لتشغيلها احتوت مواصفات حديثة، بما في ذلك إشعال ملف إشعال يستمد طاقته من بطارية وموزع (مفتاح كهربائي دوار متصل بالآلة).

بدأ تحليل المبادئ العلمية لعمل الآلات في نهايات القرن التاسع عشر – تطبيقات الديناميكا الحرارية. ومن بين نتائج هذه الدراسات عدم الحاجة إلى شمعة إشعال في حالة وجود مزيج غازي هوائي مناسب تحت ضغط عالٍ ودرجة حرارة مرتفعة مناسبتين. وأول من وضع المبدأ موضع التطبيق هو المهندس الإنجليزي هيربرت ستيوارت (1864–1927) الذي سجل عام 1890 براءة اختراع أول آلة من الآلات التي تسمى رسمياً آلات الإشتعال الضغطي. كما قام المبتكر الألماني رودولف ديزل (1858–1913) بعد سنتين بتسجيل اختراع آلة شبيهة عرضها عام 1897. ومنذ ذلك الحين عُرفت آلات الإشتعال الضغطي عالمياً بآلات ديزل.

الآلة ثنائية الأشواط

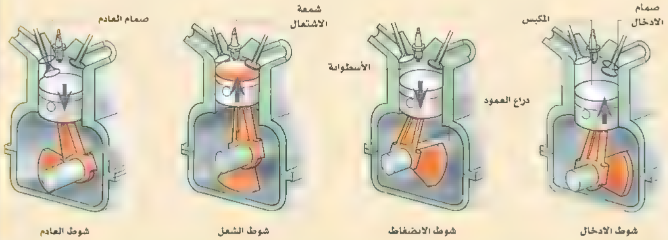
إبتكر مهندس الميكانيكا الإسكتلندي دوغالد كلرك (1854–1932) الآلة ثنائية الأشواط عام 1878 وسجل براءة اختراعها بعد ثلاث سنوات. تتميز الآلة ثنائية الأشواط بالإستغناء عن شوط إضافي لإدخال الوقود وآخر لإخراج غازات العادم. ويعود سبب ذلك إلى أن المكبس يعمل أيضاً كصمام يسمح بإدخال مزيج الغاز والهواء كما يسمح بخروج غازات العادم خارج الأسطوانة. يتم في شوط الذهاب (ارتفاع المكبس) ضغط مزيج الغاز والهواء الذي يُشعل بواسطة شرارة تنتجها شمعة الإحتراق. ويقوم المكبس في الوقت نفسه بإغلاق منفذ العادم. ويتمدد المزيج المنفجر يدفع المكبس إلى الأسفل (شوط الإياب). يتم في هذا الشوط التخلص من الغازات عبر منفذ العادم الذي لا يغطيه المكبس خلال هذه المرحلة، ومع ارتفاع المكبس مجددا تشفط كمية جديدة من مزيج الوقود والهواء عبر المنفذ المفتوح للوقود. ويقوم ذراع المحور بتحويل الحركة العمودية للمبكس إلى حركة دورانية (رحوية).



انظر ايضا الآلة البخارية 4: 44-45؛ السيارات الأولى 7: 20-21

الآلة رباعية الاشواط

تستخدم آلات الغازولين المثبتة في معظم السيارات نظام الأشواط الأربعة. وعلى عكس الآلات ثنائية الأشواط تحتوي الآلة رباعية الأشواط على صمامات لفتح وإغلاق المنافذ التي تسمح بإدخال مزيج الوقود والهواء وكذلك لإخراج غازات العادم من الأسطوانة. خلال شوط الإدخال تفتح صمامات منافذ مزيج الوقود والغاز مع حركة الأسطوانة إلى الأسفل. تدفع هذه العملية المزيج إلى داخل الأسطوانة. وفي شوط الانضغاط تغلق صمامات منافذ الإدخال ومع ارتفاع المكبس ينضغط مزيج الوقود والهواء. يتم إشعال الوقود خلال شوط الشغل بواسطة شمعة الإشعال مؤدياً إلى انفجاره فتتمدد الغازات الساخنة فتدفع المكبس إلى الأسفل. وفي الشوط الرابع والأخير تفتح صمامات منافذ العادم لطرد الغازات خارج الأسطوانة ليرتفع محدداً. تحول الحركة الأفقية للمكبس إلى حركة رحوية من خلال ذراع العمود



تواريخ مفصلية

1859 الآلة التي تستخدم الغاز وقوداً.

1876 آلة الغازولين رباعية الأشواط.

1878 الآلة ثنائية الأشواط.

1885 آلة الغازولين.

1892 آلة الديزل.

1929 آلة وانكل.

تتميز آلة الديزل بعدة مواصفات يستفاد منها في تطبيقات مختلفة. من بين هذه المميزات استخدامها وقوداً أقل درجة نقاوة من الغازولين في التكرير (أي أقل نقاوة من الشوائب)، وبذلك أقل تكلفة. وقود الديزل (ديرف، كما يطلق عليه اختصاراً). خام نفطي عالي الكثافة، ومقارنة بالغازولين فهو أقل قابلية للإشتعال. علاوة على ذلك لا يحتوي نظام آلة الديزل على شمعات احتراق، وما يصاحب ذلك من نظم خاصة للإشعال، وتبلغ كفاءة مردودها بالنسبة للوقود المستهلك حوالي 35 في المئة مقارنة مع 25 في المئة لآلة الغازولين. ورغم ذلك فإن هذه النسبة تقل كثيراً عن النسبة النظرية العظمى البالغة 67 بالمئة للآلة الحرارية المثالية.

لكن تطور آلات الإحتراق الداخلي لم يبلغ مداه بعد . فآلة الغازولين (وكذلك جميع أنواع آلات الديزل) مثلها مثل الآلة البخارية ليست إلا أمثلة للمحرك الترددي أو التبادلي. اعتمدت هذه الآلات على الحركة الإهتزازية العمودية (أو الأفقية) للمكابس التي يتم تحويلها إلى حركة دورانية في جميع التطبيقات العملية تقريباً. لكن، وفي المقابل، طوّرت بعض آلات الغازولين الرحوية (الدوارة) استخدمت بنجاح مصدراً للطاقة اللازمة لتشغيل مراوح الطائرات.

سجل المهندس الألماني فيلكس وانكل (1902-88) عام 1929 براءة اختراع آلة احتراق داخلي ثورية - «ثورية» بمعنى أنها كانت فعلياً آلة رحوية.

شيّد أول نموذج للآلة الرحوية عام 1956. تحتوي آلة وانكل على دوار (يشبه في أجزائه مثلثاً بأضلاع منحنية قليلاً) يدور داخل «أسطوانة» على هيئة العدد ثمانية الإنجليزية سميك.

يوفر الشكل الهندسي ثلاث مناطق يمكن اعتبارها غرف احتراق. تعمل الآلة بنظام الأشواط الأربعة وتستخدم شمعة احتراق واحدة أو شمعتين وتحتوي على منفذين (منفذ لدخول مزيج الوقود والهواء والآخر عادم للتخلص من الأبخرة).



▶ المبتكر الألماني كارل بنز يجلس مع مساعده جوزف بريخت في عربة بنز من إنتاج عام 1885. صنعت العربة في مدينة مانهايم بألمانيا والنموذج المبين هو أول عربة تباع إلى الجمهور.

الأعلام 1840 - 1884 ميلادي

KEY PEOPLE 1840–1884 A.D.

أسماء الأعلام المكتوبة **بالحروف الغامقة** كتبت عنهم *فقرات في هذا الجزء من المجلد أو في جزء الأعلام في مجلد آخر. أما المدونة أسماؤهم* ***بالأحرف الغامقة والمائلة*** فلهم مقالات خاصة ضمن المجموعة.

بل، ألكساندر غراهام (1847 – 1922)

الكساندر غراهام بل مخترع الهاتف. ولد في مدينة أدنبره بإسكتلندا لأبٍ متخصص في علاج صعوبات النطق. بعد تخرجه من جامعة أدنبره إلتحق بجامعة لندن لدراسة الطب. كما درس فيزياء الصوت وآلية النطق.

هاجرت عائلة بل إلى مقاطعة أونتوريو في كندا عام 1870. لكن ألكساندر غراهام بل إنتقل عام 1871 إلى مدينة بوسطن بولاية ماساتشوستس لإقامة مدرسة تُعنى بالأشخاص الذين يعانون صعوباتٍ في السمع. عين بعد سنة أستاذاً لمادة فسيولوجيا النطق بجامعة بوسطن وهناك بدأ تجاربه لتصنيع آلة لإرسال موجات الصوت، بما في ذلك صوت النطق (المحادثة) باستخدام أسلاك التلغراف. شملت تجاربه الأولية الإستعانة بمغناطيس كهربائي لإحداث اهتزازات في غشاء يحدث بدوره اهتزازا في شريحة من الحديد. إبتكر معاصر بل وزميله المهندس إليشا غري (1835–1901) مستقبلاً شبيهاً بتصميم بل. ولذلك نازع غري شرعية إدعاء بل اختراع الهاتف.

بعد توظيفه صانع آلات حاذق، توماس واتسون (1854–1934)، نجح بل في ابتكار آلة تتضمن جهاز إرسال واستقبال معاً، وسجل براءة اختراعها عام 1876. اشتغل الهاتف لأول مرة عندما استدعى بل مساعده واتسون من غرفة مجاورة مترنماً بمقولته الشهيرة «السيد واتسون، تعال فأنا بحاجة إليك».

أما المرسل الكربوني الأكثر تطوراً فقد ظهر لاحقاً على يد المهندس الأمريكي **توماس اديسون** (1847–1931)، لكن التصميم الأصلي لمستقبل بل ظل دون تغيير لقرنٍ من الزمن. سرق الإبتكار الجديد الأنظار في المعرض المئوي في مدينة فيلادلفيا عام 1876. ويقال أن أمبراطور البرازيل الأمبراطور بيدرو الثاني إفتتن بالاختراع الجديد إلى درجة أنه أستطه وقد أخذته الدهشة قائلاً «إنها تتكلم».

حصل بل على الجنسية الأمريكية عام 1882. كان بل مهندساً متعدد المواهب والإبتكارات. صمم تلغرافاً متعدد الإرسال (يمكنه إرسال أكثر من رسالة في وقت واحد)، كما ابتكر الهاتف الضوئي (فوتوفون) لبث الإشارات الراديوية. علاوة على ذلك ابتكر بل الغرامافون (الحاكي) لتسجيل الأصوات. احتوى غرامافون بل على أسطوانة من الشمع محفورة، ونافس اختراعه فونوغراف أديسون. شيد بل أيضاً طائرات ورقية كبيرة رباعية الشكل وكذلك قارباً محلقاً. صنع بل أيضاً مجساً كهربائياً للكشف عن موضع رصاص البنادق في جسم البشر المصابين وناقلة ثلاثية العجلات لنقل الطائرات، كما بحث في موضوع توازن الطائرات الأولى. خلد اسم بل في شركة الهواتف التي أسسها وكذلك في وحدة البل – وحدة شدة الصوت ويعبر عنها بشكلٍ أعم بالديسيبل ويرمز لها بالرمز (dB).

بنز، كارل (1844 - 1929)

كارل بنز مهندس محركات المركبات صمم عدداً من الآلات وشيد بعض أولى السيارات. ولد في مدينة كارلـزرو في ألمانيا حيث كان يعمل والده قاداً لمواقد القاطرات. درس الهندسة الميكانيكية وعمل في عدد من المصانع قبل أن يؤسس شركته الخاصة عام 1871.

بدأ بنز بتصميم آلات الإحتراق الداخلي. ونظراً لأن مواطنه نيكولاس أووتو (1832–91) سجل براءة اختراع آلة رباعية الأشواط، ركز بنز جهوده على تطوير آلة ثنائية الأشواط. وخلال ثلاث سنوات توصل بنز إلى تشييد آلة احتراق داخلي ثنائية الأشواط ناجحة وقودها الغاز وتبلغ سرعة دورانها 250 دورة في الدقيقة وتنتج قدرة تبلغ 0.8 حصاناً ميكانيكياً، لكنه اضطر للإنتظار ثلاث سنوات أخرى ليتمكن من جمع ما يكفي من التمويل لتأسيس شركة جديدة تحت اسم غاز موتورنفابرك مانهايم (شركة مانهايم لتصنيع للمحركات الغازية). لكن حياة شركته كانت قصيرة، فاتجه عام 1883 إلى تأسيس شركة أخرى، شركة بنز وساي راينتش غازموتورنفابرك في مدينة مانهايم أيضا. طور بنز في موقع شركته الجديدة آلته الغازية مستبدلاً وقودها بالغازولين، وثبت الآلة الجديدة على هيكل دراجة ثلاثية، وبذلك ظهر إلى النور أول محرك للسيارات. ثبتت الآلة في مؤخرة السيارة ووضع دولاب توازن كبير أفقيا تحت مقعد قائدها. بالإضافة إلى ذلك تضمن المحرك زوجي سلاسل تديران المحور الخلفي للعربة المتصل بالعجلتين الكبيرتين الخلفيتين. أما العجلة الأمامية الصغيرة فيتم التحكم فيها يدوياً بواسطة مقود. أنهى بنز تشييد سيارته عام 1885؛ وفي العام التالي أنتج غوتليب دايملر (1834–1900) أولى سياراته. وعلى إثر ذلك نشبت بين المخترعين منافسة مريرة.

ألغيت عام 1886 صلاحية براءة اختراع أووتو – نظراً لأن المهندس الفرنسي ألفونس بيو دي روتشا (1815–93) حصل على براءة اختراع التصميم نفسه عام 1862– مما مهد الطريق لبنز تصنيع آلات رباعية الأشواط وقودها الغازولين. في بداية عام 1893 ثبت بنز آلة الغازولين على سيارات ذات أربع عجلات، ومع نهاية القرن أنتج وباع أكثر من 2,000 سيارة. تقاعد بنز عام 1905 لكنه عاش ليرى اندماج شركة بنز وساى مع شركة محركات دايلمر لتخرج إلى الوجود شركة بنز ودايملر العملاقة عام 1926. بيد أن دايملر لم يشهد نهاية منافسته مع بنز – مات عام 1900.

أسمبارد برونل (1806-59)

يعتبر أسمبارد برونل أحد أعظم المهندسين الإنجليز خلال القرن التاسع عشر. صمم برونل الجسور ومراسي السفن وسكك الحديد والأنفاق وقبل ذلك كله صمم السفن البخارية. ولد برونل في جنوب إنجلترا لأب مهندس فرنسي المولد، مارك برونل (1769–1849) الذي نال شهرة واسعة لبنائه أول نفق تحت مياه نهر التيمز في لندن. نال أسمبارد تحصيله العلمي الأولي على يد مدرسين خصوصيين ورحل عام 1820 إلى فرنسا لاستكمال دراسته هناك. عاد بعد سنتين ليشتغل عند والده. بحلول عام 1831 صمم أسمبارد أول جسوره المعلقة، جسر كلفتون المعلق، على منطقة أفون غورج في مدينة بريستول جنوبي غرب إنجلترا، لكن البناء لم يكتمل إلا بعد وفاته. شيد عام 1845 جسر هنجرفورد المعلق فوق نهر التيمز.

عينت شركة غريت ويسترن للسكك الحديدية حديثة الإنشاء برونل عام 1833 بوظيفة مهندس أنيطت به مهمة تخطيط وبناء سكة حديدية من لندن إلى بريستول. صمم برونل جميع الجسور الرئيسة والثانوية للمشروع وأنفاقه إلى جانب مباني محطات القطار. وعندما شرعت الشركة في توسعة الشبكة غرباً صمم برونل جسر البرت الملكي ليمتد الخط عبر نهر ثامار من مقاطعه ديفون إلى مقاطعة كورنوول، وهي المقاطعة الأبعد غرباً. اكتمل تشييد الجسر العظيم المبني من الحديد المطاوع في السنة التي توفي فيها برونل، ومازال الجسر قيد الإستخدام حتى اليوم.

كانت أكثرية ركاب شركة غريت ويسترن للسكك الحديدية إلى لندن من المسافرين القادمين عبر المحيط الأطلسي من أمريكا الشمالية. وفي عام 1838 صمم برونل سفينة نقل عابرة للمحيطات ذات

بدن خشبي وتوفر المجاديف التي تدار بالبخار القوة المحركة لها، *غريت ويسترن*، وذلك بهدف تسريع عملية عبور الأطلسي. كانت *غريت ويسترن* أكبر سفينة أيامها واستغرقت رحلتها الأطلسية 14 يوماً. أدخل برونل في تصميمه التالي تعديلين مهمين، تمثل التغيير الأول باستبدال البدن الخشبي ببدن حديدي، أما الثاني فكان استبدال المجاديف بالمراوح اللولبية. ضمت الباخرة الجديدة، *أس. أس. غريت بريتن* ست صواري لحمل الأشرعة ومدخنة واحدة وبلغ وزنها 3,640 طناً (3,300 طن متري) ودشنت باكورة رحلاتها عام 1845 .

لكن حلم برونل ببناء سفينة بخارية حديدية البدن تستوعب 4,000 راكب إلى استراليا كان أقل نجاحاً. شيد تصميمه الثوري للسفينة على ضفاف نهر التيمز في لندن. تمثلت المعضلة بعدم وجود دعامة بطول كاف لتضم السفينة الضخمة – تم التشييد بمحاذاة ضفة النهر مع دفعها من جوانبها نحو النهر. استغرق بناء السفينة *أس. أس. غريت إيسترن* خمسة أعوام ابتداء من العام 1853. ولسبب ما، عاد برونل إلى استخدام المجاديف كقوة دفع رئيسة، واضعاً المراوح كقوة دفع إضافية فقط. ضم تصميم السفينة أشرعة أيضاً، لكن النظام المزدوج للمجاديف والمراوح اللولبية كان بحاجة إلى قدرة تفوق ما يمكن للآلات البخارية المثبته على السفينة توفيرها. توفي برونل بعد أيام فقط من باكورة رحلات السفينة العملاقة.

نسب إلى برونل (للمرة الثالثة) أسبقيته في بناء أكبر سفينة في العالم. لكنه، وعلى عكس السفينة *غريت بريتن*، بقيت للسفينة *غريت إيسترن* مهام أخرى لتنجزها. قام الممول الأمريكي سايروس دبليو فيلد بتوفير غالبية الأموال اللازمة لمد كابل برق تحت مياه المحيط الأطلسي. لكن الكابل الأول الذي وضع فشل في تحقيق النتيجة المرجوة، وعلى إثر ذلك عين فيلد الفيزيائي الإسكتلندي **وليام تومسون، لورد كلفن** (1824–1907) بوظيفة المهندس الكهربائي المسؤول عن تنفيذ المحاولة الثانية. اختيرت السفينة *غريت إيسترن* لحمل الكوابل ووضعها نظراً لكبر حجمها الذي يمكنه استيعاب الأميال العديدة من الكوابل، كما يمكنها توفير منصة متزنة نسبياً لإنزال الكوابل في أعماق المحيط وفي نهاية المطاف نجح المشروع في وضع كابل دائم بين إيرلندا ونيوفوندلاند.

بنزن، روبرت (1811 – 99)

روبرت فلهلم بنزن كيميائي وفيزيائي ألماني يعد من رواد التحليل الطيفي باستخدام المطياف. ولد في مدينة غوتنجن بألمانيا لأب يعمل أستاذاً للغات. التحق بالكلية في موطنه وقام برحلة في أوروبا وشغل عدداً من الوظائف الأكاديمية في ألمانيا ليستقر في النهاية في مدينة هايدلبرغ عام 1852 حيث عين أستاذاً في الكيمياء بجامعتها.

بدأ بنزن أبحاثه في مجال الكيمياء العضوية منتجاً مركبات عضوية من الزرنيخ غاية في السمية وليفقد بصر إحدى عينيه عند انفجار مركب في وجهه. وعلى إثر ذلك منع دراسة الكيمياء العضوية في معمله.

في نهايات الخمسينيات من القرن التاسع عشر بدأ بنزن التعاون مع الفيزيائي الألماني غوستاف كيرتشوف (1824–87). عكف الرجلان على دراسة الضوء المنبعث من العناصر عند تسخينها إلى درجة التوهج مستخدمين مطيافاً لهذا الغرض، وتوصلا إلى أن لكل عنصر طيفه المميز. باستخدام هذه التقانة الجديدة فحص عينات من المياه المعدنية المحلية فنتج عن ذلك اكتشافهما عنصرين جديدين: السيزيوم عام 1860 والروبيديوم عام 1861. استمد السيزيوم اسمه من المفردة اللاتينية *كيسيوس* التي تعني « السماء الزرقاء » وهو لون خطوط الطيف الرئيسة له، ومسمى روبيديوم من المفردة الإغريقية *روبيديوس* التي تعني « الأحمر القاني» وهو لون الخطين الرئيسيين في طيفه. قام بنزن بإعداد مركبات من العنصرين الجديدين ومن ثم استخلص عينة من المعدنين.

إبتكر بنزن عدداً من الأجهزة العلمية من بينها مقياس شدة الإشعاع، الأكتومتر، وكذلك بطارية ومسعر حراري وفوتوميتر لقياس شدة السطوع. لكنه، (وعلى الرغم من المسمى) لم يبتكر بنزن الموقد المعروف باسمه، بل أدى استخدامه له إلى ارتفاع شعبيته. يعتبر بنزن من المدرسين المميزين العظام وأثر بشكل كبير على عدد من الكيميائيين المعروفين.

كروكس، وليام (1832 – 1919)

وليام كروكس كيميائي وفيزيائي إنجليزي ركزت أبحاثه على دراسة أشعة الكاثود (المهبط)، كما اكتشف عنصراً جديداً. ولد في لندن ودرس على يد الكيميائي الألماني أوغست هوفمان (1818–92) في المعهد الملكي للكيمياء. ورث كروكس عام 1856 ثروة كبيرة. أسس مختبره الخاص في لندن واشتغل مستشاراً في علم الكيمياء. درس كروكس أبحاث العالم الألماني **روبرت بنزن** (1811–99) وغوستاف كيرتشوف (1824–87) فاستخدم عام 1861 المطياف ليكتشف عنصر الثاليوم (جاء الاسم من المفردة الإغريقية *ثالوس* والتي تعني « الشعاع الأخضر »، نسبة إلى الخط الطيفي الأخضر البراق من خطوط الطيف الرئيسة للثاليوم). توصل كروكس إلى تحديد العنصر باستخدام التحليل الطيفي فقط، لكن الكيميائي الفرنسي كلود – أوغست لاميه (1820–78) توصل بعد عام من عزل العنصر نفسه وعزى اكتشافه له إلى نفسه في قضية كانت محل جدل مثير (لكن يبقى القول أن هناك مايبرر هذا الإدعاء).

صمم كروكس وشيد أنابيب عالية التفريغ تحتوي على الكترودين (قطبين كهربائيين) استخدمها لتوليد شرارة متوهجة بتوصيل القطبين بمصدر لفرق جهد عال. لاحظ كروكس إنحراف أشعة الكاثود الصادرة بوجود مغناطيس بقربها واستنتج من ذلك أن الإشعاع نفسه لابد أن يكون مشحوناً. كما لاحظ أيضاً أن بإمكان الإشعاع أن يكون ظلالاً مبرهنا من ذلك سيره في خط مستقيم. كان الإشعاع أشعة كاثود التي أثبت الفيزيائي الإنجليزي جيه .جيه. تومسون (1856–1940) عام 1897 أنها تتكون من الإلكترونات.

إكتشف كروكس عدداً آخر من الظاهرات، كما أنه جعل مبادئ العلوم ثقافة عامة من خلال رئاسته لتحرير مجلة *أخبار الكيمياء*. من بين مبتكرات كروكس مقياس الراديوميتر (مقياس كثافة الطاقة الإشعاعية) ويتكون من أنبوب زجاجي مفرغ من الهواء بداخله أربع شفرات مثبتة على مرتكز قابل للدوران. تكون الشفرات مفضضة من جانب واحد ومعتمة من الجانب الآخر. يؤدي سقوط الإشعاع الحراري، مثل ضوء الشمس، إلى دوران الشفرات. ويعود سبب ذلك إلى أن زخم (كمية الحركة) جزيئات الهواء التي تنبعث من السطح المعتم (الأسخن) أكبر من الزخم الناتج عن الجزيئات من السطح المفضض. (هناك كمية ضئيلة من الهواء حتى في الحيز المفرغ بشكل كبير) . وفي مراحل متأخرة من حياته تحول كروكس إلى التعلق بالروحانيات والظاهرات النفسية. وكنتيجة لذلك، شكك بعض نقاده في سمعته كعالم.

ديزل، رودولف (1858 – 1913)

رودلف ديزل مهندس ميكانيكا ألماني. سجل عام 1892 براءة اختراع آلة احتراق – إنضغاطية، تعرف اليوم على مستوى العالم بآلة أو محرك ديزل. ولد في باريس ونال تحصيله العلمي في ألمانيا – في مدينتي أوزبيرغ وميونخ. عمل في شركة لند لصناعة آلات الثلج التي أسسها المهندس الألماني كارل فون لند (1842–1934) الذي ابتكر ضاغط الأمونيا للمثلجات. وخلال عمله هناك توصل ديزل إلى مبادئ الديناميكا الحرارية التي يستند عليها عمل آلته. كانت آلات الإحتراق الداخلي التي طوّرت قبل آلة ديزل تستخدم شمعة احتراق لإشعال مزيج الوقود والهواء داخل أسطواناتها. أما في آلة الديزل فتقوم المكابس بضغط مزيج الوقود والهواء إلى درجة تؤدي إلى اشتعالها تلقائياً دونما حاجة لوجود شرارة كهربائية.

قام صانع الأسلحة الألماني فريدريك كروب (1854–1902) بتوفير التمويل اللازم لإنتاج آلات الديزل تجارياً. استغرقت فترة تصنيع مضخة لحقن الوقود في الأسطوانات خلال مرحلة الإنضغاط معظم سنوات التطوير الخمس. نالت الآلة الجديدة إعجاباً كبيراً في معرض ميونخ الذي أقيم عام 1898 وذلك على الرغم من كونها أثقل وأكثر ضجيجاً من آلات الغازولين المماثلة لها في القدرة المنتجة. بيد أن الآلة ذات الأشواط الأقل تميزت بتفوقها على

مستوى المتانة واقتصاديتها للصناع. علاوة على ذلك تميزت آلة ديزل باستخدمها وقوداً ذا درجة ادنى، وبالتالي كلفة أقل، من الوقود اللازم لتشغيل آلة الغازولين.

كان وزن آلات الديزل الأولى كبيراً مما جعلها غير مناسبة للتثبيت في السيارات أو الطائرات (اخترعت السيارة والطائرة خلال الفترة نفسها تقريباً)، لكن تبنّى عدد من الصناعات الثقيلة الأخرى الآلة الجديدة من بينها صناعة الحافلات وسيارات الشحن والدبابات والبواخر وقاطرات السكك الحديدية. وعلى الرغم من تكوين ديزل ثروة هائلة من اختراعه، بيد أنه لم يستطع إدارة أمواله مما أدى إلى اصابته بالكآبة. علاوة على التهديدات بنشوب الحرب في أوروبا. دعت الأدميرالية البريطانية ديزل عام 1913 لحضور مؤتمر هندسي في لندن وذلك للتشاور معه. لكنه سقط – أو قفز – من باخرة البريد التي أقلته خلال رحلته من بلجيكا إلى إنجلترا ليلاً. ولم يجد أحد أثراً لجثته.

توماس إديسون (1847 - 1931)

توماس ألفا أديسون مبتكر أمريكي ورائد في مجال تطبيقاتٍ عديدة في الكهرباء. ولد أديسون في مدينة ميلان بولاية أوهايو لأب يعمل في تجارة الأخشاب. أخرت امراض الطفولة مرحلة التحاقه بالدراسة حتى بلغ التاسعة من العمر، وعمل بائعاً للجرائد عندما كان في سن 14 في محطة سكة حديد ميناء هيورون – ديترويت. إفتتح محلين للبقالة في ميناء هيورون وحول شاحنة نقل قديمة إلى معمل له. قام بالكتابة وتحرير مجلة إسبوعية بعنوان *غراند ترنك هيرالد*، وكان يقوم بطباعتها بنفسه.

تعلم استخدام المبرقة من مسؤول البرق في محطة ماونت كلمنس، والتحق بوظيفة عامل المبرقة في ميناء هيورون عام 1863، لينتقل بعد فترة قصيرة إلى محطة ستراتفورد جنكشن، ليؤدي الوظيفة نفسها، وهي أكثر محطات سكة حديد غراند ترنك كثافة حركة. تقدم بطلب تسجيل أول براءة اختراع له، لما مايربو على 1,100 اختراع لاحق، في مدينة بوسطن وذلك لابتكاره جهازاً آلياً لعد أصوات المقترعين، كما طور آلة أشرطة المبارق وابتكر مبرقة مزدوجة (رفضت من قبل شركة ويسترن يونيون).

بانتقاله إلى نيويورك عام 1869 عينته شركة غولد آند ستوكس ربوتنغ للبرق بوظيفة إشرافية. انتقل أديسون بعد ذلك إلى مدينة نيوآرك بولاية نيوجيرسي حيث أسس شركة برق نيوآرك، مركزاً على تصنيع مبرقات آلية عالية السرعة. اشترت شركة أتوماتيك تلغراف (ATC) إحدى مبرقاته السريعة القادرة على ارسال 500 كلمة في الدقيقة مقابل مبلغ 40,000 دولار أميركي، وابتكر عام 1874 مبرقة رباعية قادرة على إرسال أربع رسائل في آن واحد. علاوة على ذلك ابتكر أديسون الميكروفون الكربوني لاستخدامه في الهاتف الجديد الذي اخترعه **الكساندر غراهام بل** (1847–1922)، وأجاز استخدامه لشركة ويسترن يونيون مقابل مبلغ 6,000 دولار سنوياً. إنتقل عام 1876 إلى مدينة ملنو بارك التي تبعد مسافة 24 ميلاً (39 كم) عن نيويورك حيث أنشأ مؤسسة أطلق عليها مسمى «مصنع الابتكارات» وظفت 50 فنياً.

إبتكر أديسون عام 1877 الفونوغراف (الحاكي) كآلة إملاء للإستخدام في مجال إدارة الأعمال. إحتوى الفونوغراف على بوق قمعي الشكل لتوجيه الصوت نحو غشاء متذبذب متصلٍ بقلم يرسم أثر الذبذبات على لفيفة قصديرٍ مطويةٍ حول أسطوانة تدار بواسطة مشغل ساعة. وبإعادة تدوير الأسطوانة يتبع القلم آثار التسجيل فيتذبذب الغشاء مصدراً الصوت الأصلي مجدداً. ابتكر أديسون ايضاً مصباحاً كهربائياً عام 1877 وسجل براءة اختراعه عام 1879. احتوى المصباح على فتيل كربوني موضوع داخل وعاءٍ زجاجي مفرغ من الهواء، وهو التصميم نفسه الذي وضعه بشكل مستقل الفيزيائي الإنجليزي جوزف سوان (1828-1914) خلال الفترة نفسها تقريبا. لاحظ أديسون أن التيار يمر في اتجاه واحد إذا أضاف عنصراً آخر إلى المصباح. – تعرف الظاهرة بظاهرة أديسون واستغلها فيما بعد المهندس الإنجليزي جون فلمنغ (1849–1945) لتصنيع أول دايوود (أنبوب تفريغ أو صمام ثنائي). اخترع أديسون أيضاً الميغافون والكينوسكوب (نوع من أجهزة الإسقاط السينمائية) وكذلك منخلاً مغناطيسياً لنخل الخامات المعدنية ومركم تخزين (بطارية) لاستخدامه في تسيير سيارة كهربائية أزمع على تشييدها. استخدم الكينوسكوب لإسقاط الصور المتحركة أفلام سيليلويد مثقبة الطرفين بحجم 35 مم تركب على عجلة مسننة، واصبحت هذه الأفلام أفلاماً معيارية في الصناعة السينمائية. أنتج أديسون عام 1903 فيلم *سرقة القطار الكبرى*، وفي عام 1912 أنتج الأفلام الناطقة.

شيّد أديسون أكبر مولد كهربائي على مستوى العالم آنذاك لتوفير الطاقة لأكثر من 1,000 مصباح كهربائي لإضاءة معرض باريس الكهربائي عام 1881. وبعد عام دشن محطة لتوليد الطاقة الكهربائية في شارع بيرل بمدينة نيويورك لتوفير الكهرباء لعدد 400 مخرج توزيع في المدينة، كما شيد خلال العام نفسه قطاراً كهربائياً في ميلنو بارك. إعتمد أديسون على توليد كهرباء التيار المباشر (DC) في منافسة حامية بينه وبين المهندس الأمريكي **جورج وستنغهاوس** (1846–1914) الذي طور نظم التيار المناوب (AC). اعتبر أديسون كل اختراع له تحدياً وتميز بمثابرته على إنجاز ما يبدؤه حتى حل كافة المعضلات المرتبطة به. ومن أقواله المأثورة « تتكون العبقرية من 1 بالمئة طموحاً و99 بالمئة عرقاً». وتكريماً لاسهاماته أطفئت الأنوار عبر الولايات المتحدة لفترة وجيزة يوم دفنه عام 1931.

هلمهولتز، هيرمان فون (1821 - 94)

هيرمان فون هلمهولتز فيزيائي وعالم فسيولوجيا الماني يُعد واحداً من أبرز علماء عصره في تعدد مواهبه. ولد في مدينة بوستدام ودرس الطب في البداية في معهد فريدريك فلهلم ببرلين الذي تخرج منه عام 1843. وبهدف الحصول على مساعدة مالية من الدولة لاستكمال دراساته العليا، التحق بالجيش مدة ثماني سنوات حيث عمل جراحا. بعد انتهاء خدمته التحق بالعمل في متحف برلين لعلوم التشريح، وكان خلال هذه الفترات كلها مستمراً في تحصيله الخاص لعلوم الكيمياء والفيزياء والرياضيات. تقلد منصب أستاذ في علم الفسيولوجيا في عدد من الجامعات الألمانية ، لكنه التحق عام 1871 بجامعة برلين في منصب أستاذ في الفيزياء ومن بعد ذلك التحق بالمؤسسة البحثية حديثة الإنشاء فيزيكالش تكنيشا (التكنولوجيا البدنية) وذلك في عام 1888.

قاس هلمهولتز عام 1850 سرعة النبضات العصبية ووجد أنها في حدود عُشر سرعة الصوت. وفي عام 1851 إبتكر مكشاف العين (أوبثالموسكوب) لفحص داخل مقلة العين. إلى جانب ذلك بحث هلمهولتز في مرض عمى الألوان وكذلك السمع، واكتشف آليه عمل قوقعة الأذن الداخلية في تفريقها الموجات الصوتية إلى عواملها من الترددات الأساسية. ومن نتائج دراساته على رد الفعل العضلي وقلب الحيوان استنبط قانون بقاء الطاقة – بمعزلٍ عن الفيزيائي الإنجليزي **جيمس جول** (1818–89)– أحد المبادئ الرئيسة في العلوم ومفاده أن الطاقة لا تفنى ولا تستحدث، بل تتحول من صورة إلى أخرى فقط. كما أنه برهن على حفظ الطاقة الكلية لنظام يتكون من جسيمات تتفاعل فيما بينها. واستقرأ كذلك مفهوم الطاقة الحرة في علم الديناميكا الحرارية (الطاقة المتوافرة لبذل شغل ميكانيكي). علاوة على كل هذه الإنجازات بحث هلمهولتز مسألة الإهتزازات الصوتية الناشئة في أنبوب أورغ مفتوح والحركة الدوامية للموائع، وكذلك كيفية إنتاج البطارية للتيار الكهربائي.

جول، جيمس (1818 - 89)

جيمس بريسكوت جول فيزيائي إنجليزي تستند شهرته إلى أبحاثه في مجال الحرارة. ولد في مدينة سالفورد شمالي إنجلترا لأب يعمل في مصانع الكحوليات. كان جول معتل الصحة ولم يحظ بأي تعليم نظامي، وإن تلقى هو وأخوه بعض الدروس الخاصة على يد الكيميائي الإنجليزي **جون دالتون** (1766-1844). سار جول على خطى والده بالعمل في المصنع ووجد فرصة لإجراء تجاربه الخاصة في معمل مجاور للمصنع. قام جول عام 1840 بإجراء تجارب على الحرارة مستخدماً تياراً كهربائياً وبذلك اكتشف العلاقة بين شدة التيار الكهربائي ومقاومة الموصل مع الحرارة الناتجة. ينص القانون المعروف

بقانون جول على أن الحرارة الناتجة (المترجم. أو الطاقة التي يهدرها الموصل، باعتبار الحرارة طاقة مهدورة لا تسترد تلقائيا) تساوي حاصل ضرب مربع شدة التيار الكهربائي ومقاومة الموصل والزمن الذي يسري فيه التيار.

انتقل جول بعد ذلك لدراسة تحويل الشغل الميكانيكي إلى طاقة حرارية، والتي أدت لتحديده قيمة المكافئ الميكانيكي للحرارة (النسبة بين وحدة واحدة من الطاقة الميكانيكية إلى وحدة واحدة من الطاقة الحرارية). تكونت تجربته لبرهنة تحويل الطاقة الميكانيكية إلى حرارة من وعاء يحتوي كمية معلومة من الماء وضعت فيه مروحة صغيرة بشكل أفقي يمكن إدارتها (المترجم: بتوصيلها بثقل معلوم يسقط نحو الأرض) ومن ثم قياس الإرتفاع في درجة الحرارة. باستخدام وحدات ذلك الزمن، وجد جول أن الطاقة الميكانيكية اللازمة لرفع درجة حرارة رطل من الماء درجة فهرنهايتية واحدة تساوي 737 رطلاً – قدماً. والجدير ذكره أن هذه التجربة مثلت برهاناً على قانون حفظ الطاقة أيضاً.

خلال دراسته للنظرية الحركية للغازات عام 1848 قدر جول السرعة المتوسطة لحركة جزئيات الهيدروجين تحت درجة 15.6°C (60°F) . ابتداء من عام 1852 أجرى جول عدداً من التجارب في الديناميكا الحرارية بالتعاون مع الفيزيائي الإسكتلندي **وليام تومسون، لورد كلفن** (1824–1907). نتج عن هذا التعاون استنباطهما ظاهرة جول – تومسون، التي تعنى بانخفاض درجة الحرارة عند تمدد الغاز خلال نفثه عبر فتحة ضيقة إلى منطقة ضغطها أقل (تعرف بظاهرة جول – كلفن أيضاً). ومن بين تطبيقات هذه الظاهرة مبادئ عمل الثلاجات (المبردات). وتكريماً لجول سميت وحدة الشغل والطاقة في النظام الدولي للوحدات باسمه (يساوي الجول كمية الشغل المبذول بواسطة قوة نيوتن واحد مسافة متر واحد).

كوخ، روبرت (1843 – 1910)

روبرت هنريخ هيرمان كوخ عالم جراثيم ألماني ويعتبر أول من بلغ القمة في هذا المجال من العلوم. ولد في كلاوستل على مقربة من مدينة هانوفر لأب يعمل مسؤولا في المناجم. درس الطب في جامعة غوتنجن وتخرج منها عام 1866. عمل في مجال طب العائلة وخدم في الجيش خلال فترة الحرب الفرنسية البروسية (1870–71)، ليعين بعدها المدير الطبي لمدينة وولستاين في بروسيا البولندية. بدأ أبحاثه على الجراثيم في منزله. التحق عام 1880 بالمكتب الصحي الإمبراطوري في برلين وعين فيما بعد أستاذاً للعلوم الصحية في الجامعة هناك. تأسس معهد الأمراض المعدية عام 1891 خصيصاً له وأصبح مديره بعد أربعة أعوام.

كان أول موضوعات أبحاث كوخ عام 1876 على بكتيريا الباسيل المسبب لمرض الجمرة الخبيثة (الأنثراكس) الذي يصيب الماشية بشكل رئيس، ولكن يمكن انتقاله للبشر. إستحدث كوخ طريقة «استزراع» البكتيريا في مزارع من الجيليتين او الأجار (المترجم: مادة غرائية تستخدم لتجميد المستنبتات) ومن ثم تلطيخها بأصباغ الأنلين حديثة الإكتشاف حينها. اكتشف عام 1882 بكتيريا السل الرئوي، الذي كان أيامها سبب وفاة واحد من سبعة في أوروبا. وخلال عمله في لجان طبية في مصر والهند اكتشف كوخ عام 1883 بكتيريا الكوليرا. وبداية من عام 1891 قاد كوخ عدداً من الحملات الإستكشافية الطبية في إفريقيا والهند لدراسة أمراض المناطق الإستوائية مثل الملاريا والطاعون وطاعون الماشية ومرض النوم. أسس كوخ علم الجراثيم كعلم معتمد من خلال صياغته ثلاث علاقات رئيسة يتحدد من خلالها إن كان البكتيريا سبباً لمرض ما من عدمه:

1. يجب العثور على الكائن المجهري المتهم في جميع ضحايا المرض تحت الدراسة،
2. يجب تحضير الكائن المتهم ويجب أن يكون قابلاً للحياة في مزرعة خالية من الشوائب،
3. يجب أن يكون الكائن قادراً على إحداث العدوى بعد عدة أجيال لاحقة للكائن الأصلي.

لاسيل ، وليام (1799 – 1880)

وليام لاسيل هاوي علم فلك إنجليزي اشتهر لاكتشافه أقمار الكواكب الخارجية. شيد مرصده الخاص وصنع مقراباً عاكساً قطره 24 بوصة (61 سم). إكتشف عام 1846 القمر الأكبر لكوكب نبتون، القمر تريتون، الذي اكتشفه أيضاً الفلكي الألماني يوهان غالي (1812–1910) قبله بسبعة عشر يوما. في عام 1848 رصد لاسيل قمر كوكب زحل هابريون، الذي رصده بشكل مستقل الفلكيان الأمريكيان جورج بوند (1825–65) ووليام بوند (1789–1859) بمرصد جامعة هارفارد أيضاً. وبعد سنتين رصد الحلقة الداخلية المظلمة لكوكب زحل (حلقة كريب أو الحلقة C). خلال عمله في مالطا عام 1851 رصد لاسيل قمري كوكب أورانوس، أيريال وأومبريال.

في عام 1861، خلال عمله في مالطا أيضاً، صنع مقراباً قطره 48 بوصة (122 سم) وجمع قائمة بمئات السدم المستكشفة حديثاً حينها. تميز مقراب لاسيل بجماله من ناحية ودقة تفاصيل رصده من ناحية أخرى. استخدم لاسيل لتصنيع مرايا المقراب السبائك الحديدية مستعيناً بآلة صقل تدار بقوة البخار شيدها المهندس الإسكتلندي جيمس نازمث (1808–90).

ليستر، جوزف (1827 – 1912)

جوزف ليستر جراح إنجليزي إستحدث المطهرات في غرف العمليات، منقذاً بذلك حياة الآلاف من الذين كانوا يموتون نتيجة الإلتهابات التي تعقب العمليات الجراحية. ولد لأب متخصص في صناعة المجاهر هو جوزف جاكسون ليستر (1786–1869) وتلقى تعليمه الأولي في المدارس الكويكرية، ثم التحق بجامعة لندن وتخرج منها عام 1852 بدرجة في الفنون والطب. تقلد ليستر منصب أستاذ في الجراحة بجامعتي غلاسكو وأدنبره قبل أن يتقلد منصباً مماثلاً في مستشفى الكلية الملكية (كنغز كوليدج) في لندن عام 1877 حيث استقر لمدة 16 عاماً قبل تقاعده.

بدأ ليستر ممارسة استخدام المطهرات عام 1867. تمثلت بداية ممارسته في تتقيع أدواته الجراحية وضمادته القطنية في محلول الفينول (حمض الكربوليك)، والذي كان معروفاً كمطهر على نطاق واسع. طور ليستر بخاخاً لرش رذاذ الفينول لتعقيم غرف العمليات. ونتيجة لذلك إنخفضت نسبة وفيات جراحة بتر الأطراف من 45 بالمئة إلى 15 بالمئة فقط. يعتبر ليستر جراحاً تميز بالنجاح الباهر في إسهاماته ومن بينها استخدامه الدرز (خيوط خياطة الجروح) المصنوعة من الأوتار – هي في حقيقتها خيوط مأخوذة من الأمعاء الجافة للخراف. كان الشائع فيما قبل ذلك استخدام الحرير والذي كان سبب حدوث الكثير من الإلتهابات. تمثلت طريقة ليستر بتعقيم الدرز بالفينول وتركها في مكان الجرح ليمتصها الجسم تدريجياً. قلد ليستر عام 1897 وسام البارونية، كما عين عام 1902 واحداً من الأعضاء الأصليين الإثنا عشر في هيئة الإستحقاق.

هيرام، ماكسيم (1840 – 1916)

هيرام ماكسيم مبتكر إنجليزي أمريكي الأصل. تستند شهرته بشكل رئيس على تصنيعه أول بندقية متعددة الطلقات مؤتمته بالكامل. ولد في مدينة سانجرفل بولاية مين لأب مزارع يعمل أيضاً في خراطة الخشب. بعد شغله وظيفة مساعد لصانع عربات عمل في عدة وظائف قبل أن ينتقل عام 1864 للعمل في شركة هندسية يملكها عمه في ولاية ماساتشوستس. تقلد عام 1878 منصب رئيس المهندسين في شركة لإنتاج مصابيح الإضاءة الكهربائية، حيث ابتكر فتيلاً مطوراً للمصابيح. إنتقل ماكسيم إلى فرنسا عام 1881 ومن بعدها إلى إنجلترا واستأجر مختبراً في لندن. حسن عام 1883 قربينة ونتشستر بحيث يؤدي ارتدادها إلى إعادة تعبئة البندقية، وبذلك حولها إلى بندقية شبه مؤتمتة. وبعد عام صنع بندقية كاملة الأتمتة تحتوي حزام تغذية للذخيرة. فمع الإستمرار بالضغط على الزناد تستمر البندقية بإطلاق الرصاص حتى نفاذ الذخيرة. ضمت البندقية ماسورة تبريد وبلغ عدد طلقاتها في الثانية الواحدة عشر طلقات – يستهلك حزام التخزين المحتوي على 250 طلقة خلال 25 ثانية ! تبنت معظم جيوش أوروبا والولايات المتحدة بندقية ماكسيم خلال عشر سنوات من اختراعها وبقيت في الخدمة لفترة 50 سنة، وإن أدخلت

شركة فكرس الإنجليزية بعض التعديلات الطفيفة على التصميم الأصلي. كان لماكسيم اهتمامات اخرى عدا البنادق. فقد سجل عام 1891 براءة اختراع طائرة بخارية . شيدت الطائرة بتثبيت آلتين بخاريتين بقدرة 180حصاناً ميكانيكياً لكل منها ومروحة يبلغ قطرها 17.7 قدما (5.4 م) إلى آلة ضخمة تزن 4.4 طناً (4 طن متري). تمكنت الطائرة خلال تجربتها عام 1894 من الإندفاع (والإرتفاع لفترة قصيرة جداً) على سكة عربة لتبلغ سرعة تقارب 42.3 ميلاً في الساعة (68 كم في الساعة). حصل ماكسيم على الجنسية البريطانية عام 1900 وقلد وسام الفروسية عام 1901.

مندل، غريغور (1822 - 84)

انظر المقالة الخاصة: المجلد 6 - الصفحات 20 - 21.

مندليف، ديمتري (1834 - 1907)

انظر المقالة الخاصة: المجلد 6 - الصفحات 32 - 33.

نوبل، الفريد (1833 - 96)

الفريد بيرنهارد نوبل كيميائي سويدي إخترع الديناميت ووهب الأموال التي حصل عليها من اختراعه لتقديم جوائز نوبل السنوية. ولد بقرب مدينة ستوكهولم لأبٍ مخترع ورجل صناعة. تلقى قدراً ضئيلاً من التعليم النظامي، إذ درسه والده بشكل رئيس بعد هجرته إلى سانت بيترسبيرغ في روسيا عام 1842. تعلم نوبل خمس لغات وأجادها بطلاقة وسافر مطولاً في بداية الخمسينيات من القرن التاسع عشر، إذ زار الولايات المتحدة وعمل لبعض الوقت مع مواطنه جون أريكسون (1803-99) مبتكر المروحة اللولبية. عمل نوبل بداية من عام 1852 مع والده. لكن الإفلاس دفع والده للعودة إلى السويد عام 1863 مصطحباً معه الفريد وأخاه إميل. أسس نوبل على مدى سنوات مصانع ومختبرات فيما يربو على 20 دولة. عاش نوبل في باريس معظم حياته ، لكنه كان دائم الترحال.

شيد نوبل عام 1863 مصنعاً في ستوكهولم. تركزت تجاربه على إنتاج النيتروغلسرين، لكن مصنعه انفجر عام 1864 وأدى إلى مقتل أخيه أميل وأربعة آخرين. وعلى إثر ذلك منعت الحكومة نوبل من إعادة بناء مصنعه ضمن حدود مدينة ستوكهولم، مما دفعه إلى إجراء تجاربه على ظهر بَرَج راسٍ في بحيرة مالارين. إبتكر نوبل عام 1865 مفجّراً آمناً باستخدام فلمنات الزئبق، وكان المفجر آمناً للإستخدام مع النيتروغلسرين في أعمال التعدين والهندسة المدنية. سجل نوبل براءة اختراع الديناميت عام 1867 (كما سجل الإختراع في الولايات المتحدة عام 1868). إحتوى الديناميت على مزيج من النيتروغلسرين ومسحوق السيليكا، وتميزت صناعته واستخدامه بنسبة معقولة من الأمان. كما ابتكر عام 1875 متفجراً هلامياً، أو الجليجنيت - النيتروسيليلوز (قطن البارود) مخلوطاً بنيتروغلسرين مع عجينة الورق، وكان أكثر أماناً من ابتكاره السابق. كما سجل براءة اختراع البالستيت - خليط يحتوي النيتروغلسرين و النيتروسيليلوز والكافور - عام 1887. كان البالستيت أول مسحوق عديم الدخان عند انفجاره من المتفجرات التي استخدمتها الجيوش.

كوّن نوبل ثروة هائلة من حقوق اختراعاته علاوة على الأسهم التي امتلكها في شركات الصناعة النفطية في باكو بروسيا (أذربيجان حالياً)، إذ زادت ثروته عن 10 ملايين دولار، ووهب هذه الثروة لمؤسسة نوبل. تقوم المؤسسة سنوياً بمنح جوائز في حقول الكيمياء والفيزياء والفسيولوجيا أو الطب والآداب والإقتصاد والسلام. وتخليداً لذكراه أطلق مسمى نوبيليوم على العنصر ذي العدد الذري 102 الذي اكتشف عام 1958 وهو من العناصر ماوراء عنصر اليورانيوم.

أوتس، إليشا (1811 - 61)

إليشا جريفز أوتس مهندس أمريكي إخترع مصعد الركاب الآمن. ولد في مدينة هاليفاكس بولاية فيرمونت لأبٍ من أثرياء المزارعين. حصل على تعليمه في المدارس العامة وانتقل بعدها للعمل ميكانيكياً في أماكن مختلفة لينتهي به المطاف عند صانع هياكل للأسرة. عين أوتس عام 1852 مشرفاً على بناء مصنع جديد في مدينة يونكرز بولاية نيويورك وصمم في هذه المرحلة المصعد الآمن للبناية.

وضع أوتس قضبان توجيه بقياس سفاطة على جوانب عمود محور المصعد. وبهذه الطريقة وضع حماية للمصعد عند قطع حبال أو كوابل الرافعة، إذ يقوم زنبرك بدفع الماسكة لتتمشق في السفاطة ويتوقف المصعد. قام أوتس عام 1854 بعرض مثير لمصعده في معرض المعهد الأمريكي الذي أقيم في نيويورك. وقف أوتس فوق قفص (صندوق) المصعد وأمر عماله بقطع الحبال خلال نزوله. عشقت الماسكة فتوقف المصعد عن الحركة. اقتصر استخدام المصاعد في البداية على المخازن ومستودعات التخزين، لكن أوتس وضع مصعداً آمناً للركاب في مبنى متاجر هوويت في مدينة نيويورك عام 1857. وخلال فترة قصيرة أخذ المهندسون المعماريون بتشييد مبانٍ أطول وأطول (نظراً لعدم حاجة الناس إلى صعود سلالم بمئات الدرجات)، وبذلك ولدت ناطحات السحاب. ولخدمة هذه المباني العملاقة صمم أوتس مصاعد تدار بقوة البخار.

باستور، لوي (1822 - 95)

لوي باستور كيميائي فرنسي ومن أوائل علماء البكتيريا في العصر الحديث. كان والده صباغاً، وتخرج من المدرسة العليا في باريس حاصلاً على درجة الدكتوراه في الكيمياء عام 1847. انتقل عاملاً في المجال الأكاديمي في عددٍ من الكليات في مدن ستراسبيرغ وليل وباريس ليعين في آخر المطاف أستاذاً للكيمياء بجامعة السوربون في باريس عام1867. وفي عام 1888 تقلد منصب مدير معهد باستور الذي أسس له ليكون مركز أبحاثه.

شملت أبحاث باستور دراسة بلورات الطرطير عام 1848 توصل خلالها إلى اكتشاف وجود نوعين من البلورات كل منها صورة مرآة للأخرى. يدير أحد النوعين محور استقطاب الضوء باتجاه اليسار بينما يديره النوع الآخر باتجاه اليمين. وبهذه الطريقة اكتشف باستور ظاهرة النشاط البصري الذي كان له تأثيرات مهمة على مفاهيم التركيب الهندسي للمركبات العضوية. كما اكتشف باستور عفناً على شكل عجينة « يتغذي» بشكل تفضيلي على بلورات الطرطير ذات الإستقطاب باتجاه اليمين، مما وفّر طريقة لفصل نوعي البلورات (قبل هذا الإكتشاف كان فصل النوعين يتم يدوياً باستخدام المجهر).

برهن باستور عام 1857 على أن سبب التخمر هو وجود بعض الجسيمات المجهرية، التي سماها «الجسيمات المنظمة »، في تحول الحليب حامضاً على سبيل المثال. اكتشف باستور هذه الجسيمات المجهرية في الحليب الحامض، وبرهن على عدم حدوث ذلك من دون وجود هذه الجسيمات. كان العلماء في تلك الايام في حيرة في تعليل سبب وجود اليرقات والذباب بشكل تلقائي في اللحوم الفاسدة. بل أن العفن يظهر حتى على الحساء المحتوي اللحوم لو ترك في الهواء لبعض الوقت. أدت هذه الملاحظات إلى تبني العلماء الفكرة (الخاطئة) القائلة بالتخليق التلقائي - ظهور أشكال من الحياة من العدم. إختبر باستور هذه الفكرة عام 1862 وأثبت أن الحساء يبقى صالحاً إذا تم غليه (لقتل الجسيمات المجهرية فيه) ومن ثم وضعه في وعاء محكم الإغلاق. ووجد باستور ان سدادة قطنية ليست كافية للحيلولة دون التعفن، بل يستدعي الأمر سدادة محكمة تمنع الهواء من الدخول إلى الوعاء. وبذلك برهن باستور أن سبب التعفن وجود هذه الجسيمات المجهرية في الهواء، وعلى إثر ذلك تهاوت نظرية التخليق التلقائي. كما استحدث باستور بعد سنة من ذلك عملية البسترة وهي عملية يتم فيها تسخين السائل، مثل النبيذ أو الحليب، لوقت قصير بهدف قتل الجسيمات المجهرية وإبقاء السائل صالحاً لمدة أطول.

قام باستور بعد ذلك بالبحث في أمراض دودة القز التي كانت تهدد الصناعات الحريرية في فرنسا، وكذلك نوع من أمراض الكلوليرا التي

أصابت الدجاج. إستقرأ باستور أن انتشار هذه الأمراض يعود أيضا إلى جسيمات مجهرية، ويحتمل ان تكون نوعاً من البكتيريا، ووفرت هذه المعلومة الأرضية التي استندت عليها النظرية الجرثومية للأمراض. قام باستور بزراعة الكائنات المسببة للأمراض لتصنيع لقاحات لعلاج المصابين بها لينتهي به الأمر إلى إنتاج لقاحات الوقاية منها. على سبيل المثال، أنتج باستور عام 1881 لقاحاً ضد مرض الجمرة الخبيثة (أنثراكس) وحقن بها عدداً كبيراً من قطعان الماشية. ونتج عن تجربته إصابة 24 من القطيع ضمن المجموعة التي لم تحقن باللقاح وموتها بمرض الجمرة الخبيثة. وفي عام 1885 استخلص لقاحاً ضد داء الكلب القاتل. لكن لم يكن بوسع باستور إنتاج الكائنات المجهرية المسببة لداء الكلب من خلال الزراعة (وذلك نظراً لأن الفيروس، وليس البكتيريا، يسبب المرض)، ولذلك لجأ لإنتاج اللقاح في مجرى دم حيوانات المختبر مثل الأرانب والكلاب. استخدم باستور أول عينة من اللقاح المنتج لإنقاذ حياة طفل يبلغ من العمر تسع سنوات أصيب بداء الكلب.

بيركن، وليام (1838-1907)

وليام هنري بيركن إنجليزي أصبح اختراعه وهو مازال طالباً أساس صناعات الأصباغ الاصطناعية. ولد في لندن لأب يعمل في مجال بناء القوارب. التحق بمدرسة مدينة لندن، وبعد تخرجه عام 1853 التحق بالكلية الملكية للكيمياء. أصبح بعد سنتين مساعداً للكيميائي الألماني أوغست هوفمان (1818-92) الذي ركز في أبحاثه على إيجاد مركبات مفيدة يمكن استخراجها من قطران الفحم. أوكل هوفمان عام 1856 مهمة تصنيع الكونين إلى مساعده بيركن، لكن الذي حصل عليه، من خلال أكسدة الأنيلين، تمثل في كتلة سوداء لا تبشر بفائدة. بيد أن إضافة الأثينول (الكحول) إلى هذه المادة أنتج لوناً بنفسجياً زاهياً يمكن استخدامه لصبغ الحرير. وبذلك ابتكر بيركن الموفين، وهو اول الاصباغ الأنيلية وأول مركب صبغي أنتج على المستوى التجاري. حصل بيركن على براءة اختراع لمنتجه الجديد عام 1856. وعلى إثر نجاحه استلف بيركن مبلغاً من المال من والده وافتتح مصنعاً للأصباغ عام 1857. في المعرض الملكي (المعرض العظيم) الذي اقيم عام 1862 ظهرت الملكة فيكتوريا بثوب حريري صبغ بالموفين.

خلال فترة قصيرة تكالب الكيميائيون في أوروبا على البحث عن أصباغ اصطناعية جديدة، وبذلك ولدت صناعة جديدة بأكملها. إنضمت الوان اصطناعية جديدة إلى لون الموفين من بينها البسمارك البني اللون والأليزارين (صبغ أحمر يستخرج من قطران الفحم) والفوشين (قرمزي) التي زهت على الفساتين الحريرية والساتينية المفضلة لدى سيدات البلاط الفيكتوري، رغم أن الأصباغ وجدت اهتماماً أكبر في البداية في دور العرض الفرنسية وليس البريطانية.

أصبح بيركن عام 1858 أول من ركب الحمض الأميني - غلسرين. تقاعد بيركن عام 1874 عندما كان في الـ 35 من العمر بعد تكوينه ثروة طائلة ليقضي بقية أيام حياته في البحث العلمي. ففي عام 1881 قاس دوران المحور البصري لبعض مركباته العضوية (دوران فارادي). خلف بيركن ثلاثة أبناء أصبحوا جميعهم كيميائيين مرموقين.

تومسون، وليام، لورد كلفن (1824-1907)

وليام تومسون، لورد كلفن فيزيائي إسكتلندي له إسهامات مهمة في المجالين النظري والتطبيقي للعلوم. ولد في بلفاست، إيرلندا الشمالية، وكان أبوه أستاذاً للرياضيات، وانتقل إلى غلاسكو عام 1832 مع والده الذي عين أستاذاً للرياضيات في الجامعة هناك. استوفى تومسون شروط القبول في الجامعة وهو في سن العاشرة فقط. والتحق بالجامعة مباشرة بصفته طالباً باحثاً. إنتقل عام 1841 للدراسة بجامعة كيمبردج. بعد تخرجه عام 1845 رحل إلى باريس للدراسة على يد الفيزيائي والكيميائي الفرنسي هنري رينول (1810-78). عين تومسون استاذاً للفلسفة الطبيعية بجامعة غلاسكو عام 1846 حيث استقر هناك حتى تقاعده عام 1899.

عمل تومسون إبتداء من عام 1842 في مجال الكهرومغناطيسية، مُعَرِفاً المعايير الكهربائية على المستويين الوطني والعالمي. إستحدث تومسون عام 1848 التدريج المطلق لدرجات الحرارة، وغالباً ما يعرف الآن بتدريج كلفن. برهن عام 1851 على مواءمة النظرية الميكانيكية للحرارة، التي وضعها الفيزيائي الإنجليزي **جميس جول** (1818 - 89)، مع المبادىء التي طرحها الفيزيائي الفرنسي سادي كارنو (1796-1832). خلال تعاونه مع جول عام 1852 فسر الرجلان ظاهرة جول- تومسون (المعروفة أيضاً بظاهرة جول - كلفن). يعتبر تومسون من بين عدد من العلماء الذين صاغوا قانون بقاء (حفظ) الطاقة والقانون الثاني في الديناميكا الحرارية (مفاد القانون الأخير أن الحرارة لايمكنها الإنتقال من جسم بارد إلى جسم ساخن دون وجود عامل خارجي).

شارك تومسون عام 1866 في عملية الإرساء الناجح لكابل مبرقة عبر المحيط الأطلسي من خلال تصميمه أنبوب تسجيل وغلفانومتر بمرايا للكشف عن وصول إشارة برقية ضعيفة. منح عام 1866 لقب فارس ودفن عند موته بمقبرة كنيسة ويستمنستر في لندن إلى جانب قبر ***إسحق نيوتن*** (1642-1727). تكريماً لإسهامات تومسون الكبيرة سميت وحدة درجة الحرارة في الديناميكا الحرارية في النظام الدولي للوحدات باسمه، كلفن K، (حددت درجة الصفر المطلق لتكون 0 K).

وستنغهاوس، جورج (1846 - 1914)

جورج وستنغهاوس مهندس أمريكي قدمت اختراعاته إسهامات مهمة في مجال الأمن في السكك الحديدية وكذلك استخدام الكهرباء المتناوبة. ولد لأب يعمل في صناعة الآلات الزراعية في مدينة سنترال بريدج بولاية نيويورك. هرب من المدرسة خلال الحرب الأهلية الأمريكية لينضم لجيش الولايات المتحدة (الشمالي)، وعمل لبعض الوقت مهندساً في البحرية الأمريكية. إلتحق وستنغهاوس لفترة قصيرة بكلية يونيون في مدينة شنيكتادي لينضم بعدها للعمل مع والده.

شملت اختراعات وستنغهاوس الأولى جهاز تحويل لعربات السكة الحديدية وضفدعاً من الفولاذ يستخدم لتحويل مسارات السكة الحديدية (أداة الضفدع عبارة عن قطعة من الفولاذ على هيئة الحرف V توضع في مركز المحول ويجب أن تكون مصنوعة من مادة صلبة). كما صنع وستنغهاوس محركاً بخارياً رحوياً، ويعتبر هذا الإختراع الأول من بين 361 براءة اختراع اخرى سجلها، بيد أن المحرك لم يتسم بالمرونة عند التطبيق. صنع عام 1868 نموذجاً للكابح الهوائي لاستخدامه في القطارات، وبهدف إنتاج الكوابح على المستوى التجاري أسسس شركة في مدينة بتسبيرغ عام 1869. اعتمد تصميم الكابح على استخدام ضغط الهواء، وبذلك يتمكن مهندس القاطرة من تطبيق الكابح على عجلات القاطرة كلها في آنٍ واحد. لكنه عدل عام 1872 التصميم بحيث يطبقْ الكابح على العجلات عند انخفاض ضغط الهواء، وبذلك يطبق الكابح آلياً عند أي انخفاض عرضي للضغط، مثل انفصال عربة من عربات القطار. أقرت الحكومة الاتحادية عام 1893 قانوناً باستخدام الكوابح الهوائية في جميع القطارات في الولايات المتحدة، وتبع ذلك تبني غالبية الدول كابح وستنغهاوس باستثناء بريطانيا (فضلت بريطانيا استخدام الكابح الفراغي).

إنكب وستنغهاوس مع بداية عام 1880 على تصميم نظم أنصوبات الإشارة الآلية لتقاطعات السكك الحديدية مستخدماً ضغط الهواء كقوة دفع في البداية وليستبدلها بالطاقة الكهربائية فيما بعد. أسس وستنغهاوس عام 1886 شركة وستنغهاوس للكهرباء ليصبح رائد استخدام التيار المتناوب عالي الجهد لتوزيع الطاقة الكهربائية في الولايات المتحدة. وبذلك كان وستنغهاوس في منافسة مباشرة مع **توماس اديسون** (1847-1931) الذي كان يفضل استخدام التيار المباشر (الثابت).

أنتجت آلات وستنغهاوس التيار اللازم لإضاءة مرافق المعرض الكولومبي الدولي في شيكاغو عام 1893، كما شيد عام 1895 محطة توليد طاقة كهربائية على مساقط شلالات نياجرا التي وفرت الطاقة الكهربائية لمدينة بافلو بأكملها والتي تبعد عن الشلالات مسافة 22 ميلاً (35 كم). علاوة على ذلك طور وستنغهاوس شبكة لتوزيع الغاز في مدينة بتسبيرغ.

معجم المصطلحات GLOSSARY

اختصارات

ولد: (لشخص متوفٍ لا يعرف عنه إلا تاريخ ولادته).

حوالي: (السنة التي ولد أو توفي فيها الشخص تقديرياً).

توفي: (لشخص متوفٍ لا يعرف عنه إلا تاريخ وفاته).

تاريخ بين حاضنتين يتبعه خط (-): مثلاً بل غيتس 1955 - ، يعني أن الشخص مازال حياً عند كتابة هذا المؤلف.

اشتهر: (لشخص لا يعرف تاريخ ولادته أو وفاته)

اختزال Reduction
العملية الكيميائية التي تكتسب فيها الذرة أو الجزيء أو الأيون الإلكترونات أو تفقد الأوكسجين أو تكتسب الهيدروجين.

إلكتروليت (وسط) Electrolyte
سائل موصل لكهرباء، مثل السوائل الموجودة في البطاريات أو في التحليل الكهربائي.

إلكترود (مهبط) Electrode
قطب الدارة الكهربائية التي تدخل الإلكترونات أو تخرج عنده.

إلكترون Electron
جسيم تحت ذري سالب الشحنة.

أنبوب تفريغ Vacuum Tube
وعاء زجاجي محكم الاغلاق مفرغ جزئياً من الهواء تمر فيه الإلكترونات من الكاثود (المهبط) إلى الأنود (المصعد) لتشكل تياراً كهربائياً. يعرف أيضاً أنبوب الإلكترون.

إيكولوجي (نظام بيئي) Ecology
علم دراسة العلاقة بين النباتات والحيوانات مع بيئتهما، وكذلك العلاقة فيما بينهما.

أيون Ion
ذرة أو مجموعة ذرات موجبة أو سالبة الشحنة الكهربائية نتيجة لفقدانها أو اكتسابها إلكترونات (على التوالي) خلال تفاعل كيميائي. (المترجم: يمكن أيضاً تأيين الغازات بطرق فيزيائية)

بروتوبلازم Protoplasm
مادة غرائية غبطة القوام توجد داخل غشاء الخلايا الحية.

بروتون Proton
جسيم تحت ذري موجب الشحنة موجود في نوى الذرات. (راجع نواة الذرة)

بروتين Protein
مادة معقدة تتكون من الأحماض الأمينية. البروتين مادة أساسية لجميع الكائنات الحية

بكتيريا Bacteria
كائن مجهري يمكنه التسبب في الأمراض.

تحليل كهربائي Electrolysis
تحليل وسط إلكتروليتي بواسطة التيار الكهربائي باستخدام إلكترودين (قطبين كهربائيين)

تفاعل إختزالي Reducting Action
راجع اختزال

تكافؤ Valence
القدرة الكلية لعنصر الإتحاد مع العناصر الأخرى، يعبر عنه بعدد الروابط الكيميائية المتكونة في مركب ما.

تمثيل ضوئي Photosynthesis
العملية التي تقوم فيها النباتات الخضراء بتحويل ضوء الشمس إلى طاقة كيميائية وتحويل ثاني أكسيد الكربون والماء إلى سكر. (المترجم، كما ينتج عن العملية غاز الأوكسجين)

تيار كهربائي Electric Current
ظاهرة سريان الإلكترونات خلال المواد الموصلة.

جاذبية Gravity
إحدى القوى الطبيعية الأساسية وتظهر بتجاذب الكتل في الكون بأسره مع بعضها. تدور كواكب المجموعة الشمسية في أفلاكها نتيجة لقوة جاذبية الشمس لها، كما أن سبب بقاء مادة النجوم مترابطة يعود أيضاً إلى قوة الجاذبية.

جزيء Molecule
اتحاد ذرتين على الأقل لتكوين أصغر وحدة من عنصر أو مركب كيميائي.

جسيم تحت ذري Subatomic Particle
أي جسيم أصغر من الذرة المفردة.

جين Gene
الوحدة الأساسية للموروثات التي تحدد خصائص الكائن.

حمض الريبوديوكسي النووي (الـ DNA) DNA
مادة كيميائية (جديلتان من الأحماض النووية) تشكل تركيب الكروموسوم الموجود في نوى أغلبية الخلايا. يشكل الحمض أساس الموروثات الجينية في غالبية الكائنات الحية. (راجع جين)

حمض ريبو نووي (الـ RNA) RNA
الحمض النووي الذي يقوم بتحويل جزيئات الـ DNA، المادة الجينية، إلى بروتين.

حمض نووي Nucleic Acid
حمض عضوي معقد يتكون من سلاسل من النيوكليتيدات.

خلايا عضوية Rod
نوع من الخلايا المستقبلة في العين وظيفتها التمييز بين العتمة والنور.

داغيري (رسم أو تصوير) Daguerreotype
أقدم عمليات التصوير ويتم فيها تكسية لوح من النحاس بطبقة من الفضة وتعرض لبخار اليود. ينتج عن ذلك أيوديد الفضة الحساس للضوء. بعد استخدام الفلم (اللوح) في آلة التصوير يتم «إظهار» الصورة في بخار الزئبق يتبع ذلك «تثبيت» الصورة بواسطة الملح. بنهاية هذه العملية تنتج صورة مرآة للصورة الأصلية.

درجة الحرارة الحرجة Critical Temperature
درجة الحرارة التي لايمكن إسالة الغاز فوقها بزيادة الضغط.

ذرة Atom
أصغر جزء يمكن تجزئة المادة إليه مع احتفاظه بهويته الكيميائية.

سبيرماتوسا Spermatosoa
الخلايا المنوية، النطفة.

سبيكة Alloy
مادة تصنع من مزج معدن مع مادة أخرى لحصول على مميزات معينة مثل مقاومة التآكل أو صلادة أكبر. من بين السبائك الشائعة البرونز والنحاس الأصفر والفولاذ

سحابة أورت Oort cloud
منطقة كروية يعتقد بأنها تحيط بالنظام الشمسي تتواجد فيها المذنبات بأعداد هائلة.

شبيكة Lattice
الشبكة المتكونة من مجموع النقاط التي تهتز حولها ذرات البلورة أو جزيئاتها أو أيوناتها.

شهاب Meteor
شرارة لامعة تظهر في السماء ليلاً عند دخول نيزك في الغلاف الجوي للأرض واحتراقه. (راجع نيزك)

صفر مطلق Absolute Zero
أدنى درجة حرارة يمكن الوصول إليها (تساوي -273 °C ، -459.4 °F).

ضغط Pressure
القوة المطبقة على جسم لكل وحدة مساحة ويقاس بعدة وحدات من بينها الضغط الجوي والبار وكذلك الباسكال.

طرد مركزي (جهاز) Centrifuge
جهاز يعمل على فصل الجسيمات المعلقة (في سائل مثلاً) بواسطة حركتها الدورانية.

طول موجي Wavelenght
المسافة بين قمتين (أو قعرين) متتاليتين لموجة مرتحلة.

طيف الذرة Sepctrum, Atomic
خطوط الطيف ذات الألوان المميزة لكل عنصر أو مركب الصادرة منه الإشعاع.

طيف ذري Atomic Spectrum
راجع طيف ذري

طيف ذري Spectrum, atomic
مخطط ألوان الطيف الملونة الذي يميز العنصر الكيميائي الصادر عنه الإشعاع.

عنصر Element
المادة التي لا يمكن تقسيمها كيميائياً إلى أجزاء أبسط.

فيروس Virus
كائن طفيلي صغير للغاية يمكنه التكاثر فقط داخل الخلايا الحية للكائن المضيف.

كائن مجهري Microorganism
تعبير عام لأي كائن حي غير مرئي بالعين المجردة لكن يمكن رؤيته بالإستعانة بالمجهر.

كتلة Mass
كمية المادة التي يحتويها جسمٌ ما، أو مقياس لمدى مقاومة الجسم للتعجيل عند تطبيق قوة عليه.

كروموسوم Chromosome
تركيب على هيئة خيط شعري موجود في نوى الخلايا الحية ويحمل المعلومات الجينية (الشيفة الوراثية).

كلوروفيل (اليخضور) Chlorophyll
الصبغة الخضراء الموجودة في غالبية النباتات وهي المسؤولة عن امتصاص ضوء الشمس وتحويله إلى طاقة كيميائية خلال عملية التمثيل الضوئي.

كهرومغناطيسية (كهروطيسية) Electromagnetism
ظاهرة نشوء المجال المغناطيسي نتيجة مرور التيار الكهربائي (إلكترونات) في سلك. (المترجم، التعريف الأصح هو، ظاهرة انتشار الموجات الكهرومغناطيسية بسبب تغيرات الفيضين المغناطيسي والكهربائي)

لقاح Vaccine
مستحضر يحتوي على فيروسات أو جسيمات مجهرية أخرى يأخذها الكائن الحي (عادة بالحقن) لتحفيز إنتاج مضادات الأجسام وتعزيز مقاومة الجسم ضد الأمراض المعدية.

مادة حفازة Catalyst
مادة تعمل على زيادة أو نقصان تفاعل كيميائي ما دون أن تتغير هي نفسها بنهاية التفاعل.

متجه Vector
الكميات الفيزيائية التي تتحدد بشكلٍ كامل من خلال قيمتها المطلقة واتجاهها، مثلاً السرعة المتجهة.

مخاريط (الخلايا المخروطية) Cone
خلايا مخروطية الشكل حساسة للضوء توجد في شبكية العين ووظيفتها تمييز الألوان.

مركب عضوي Organic Compound
مركب كيميائي يحتوي الكربون (باستثناء ثاني أكسيد الكربون والكربون وأول أكسيد الكربون والكربونيت)

مركب غير عضوي Inorganic Compound
مجموعة من المركبات الكيميائية، مثل الأحماض والأكسيدات والهاليدات. تتكون هذه المركبات من ذرات عنصر واحد أو أكثر، باستثناء غالبية المركبات الكربونية (التي تشكل المركبات العضوية).

مركب كيميائي Compound, Chemical
مادة مكونة من ذرات أكثر من عنصر واحد، مثلاً الماء H_2O.

مضاد جسم Antibody
بروتين دفاعي تنتجه الخلايا البيضاء في الجسم لمقاومة البروتينات الدخيلة (انتيجينات أو مضاد الجينات)، من الأنتيجينات الشائعة تلك التي تحملها الفيروسات والبكتيريا ونواتجهما.

مطياف Spectroscope
الآلة التي تقوم بتفريق الإشعاع (مثل الضوء) إلى عوامله بحسب طول موجة كل إشعاع، وبذلك يمكن رؤية هذه العوامل.

مطياف (راسم) Spectrograph
نوع من أجهزة تحليل الطيف مصمم بحيث يقوم بطباعة سجل دائم للطيف (عادة صورة ضوئية).

مقياس درجة الحرارة المطلقة Absolute Temperature Scale
مقياس درجة الحرارة الذي يبدأ من الصفر المطلق. يسمى أيضاً مقياس كلفن.

موصل Conductor
مادة تسمح بمرور التيار الكهربائي أو الحرارة أو الصوت عبرها.

موصلية Conductivity
راجع موصل

مولد (دينامو) Dynamo
مولد كهربائي ينتج تياراً مباشراً.

نواة (الذرة) Nucleus, Atomic
الجزء المركزي موجب الشحنة ذو الكثافة العالية من الذرة.

نواة الذرة Atomic Nucleus
راجع ذرة (نواة).

نيوترون Neutron
أحدى ثلاثة جسيمات تحت ذرية رئيسة. النيوترون متعادل كهربائياً ويوجد في نوى جميع العناصر باستثناء الهيدروجين (العادي).

نيوكليتيد Nucleotide
الوحدة الأساسية لتجميع الـ DNA في الكروموسوم وفيها يرتبط جزيء سكر مع مجموعة من الفوسفيت أو أكثر.

وزن جزيئي Molecular Weight
راجع الوزن الجزيئي النسبي.

وزن جزيئي نسبي Relative Molecule Mass
كتلة الجزيء بالنسبة إلى كتلة جزء من 12 من وزن ذرة الكربون -12. تحسب هذه الكمية بإضافة الكتل النسبية للذرات المكونة للجزيء.

وزن ذري (الكتلة الذرية النسبية) Atomic Weight
كتلة ذرة عنصر بالنسبة إلى كتلة ذرة الكربون -12.

Set Index

المسرد

A **bold** number shows the volume and is followed by the relevant page numbers (e.g., 1:11, 36). Page numbers underlined (e.g. 7:24–5) indicate the main entries for that topic. Italic page numbers (e.g., 2:21) refer to illustrations and their captions. Page numbers followed by an asterisk (e.g 3:50*) refer to entries listed in the Key People pages.

S

FURTHER READING

قراءات إضافية

خاصة بهذا المجلد
Specific to this Volume

Benton, M. J., *When Life Nearly Died*, Thames & .Hudson, 2003

Brockman, J. (ed.), *The Greatest Inventions of the Past 2,000 Years*, Weidenfeld & Nicolson. 2000

Chambers, P., *Bones of Contention*, John Murray, .2002

Emsley, J., *Nature's Building Blocks*, Oxford .University Press, 2001

Friedel, R., and P. Israel, *Edison's Electric Light*, .Rutgers University Press, 1985

Henig, R. M., *A Monk and Two Peas*, Weidenfeld & .Nicholson, 2000

Morus, I. R., *Michael Faraday and the Electrical .Century*, Icon Books Ltd, 2004

.Osborne, R., *The Floating Egg*, Jonathan Cape, 1998

Strathern, P., *Mendeleyev's Dream*, Hamish .Hamilton, 2000

Uglow, J., *The Lunar Men*, Farrar, Straus and Giroux, .2002

Vaughan, A., *Isambard Kingdom Brunel*, John .Murray, 1997

Woodman, R., *The History of the Ship*, Conway .Maritime Press, 1997

مراجع للمصطلحات
Terminology Reference

Clark, J. O. E., and S. Stiegler (eds.), *The Facts on File .Dictionary of Earth Science*, Checkmark Books, 2000

Daintith, J. (ed.), *A Dictionary of Chemistry*, Oxford .University Press, 2000

Daintith J., and J. Clark (eds.), *The Facts on File .Dictionary of Mathematics*, Facts on File, 1999

Darton, M., and J. Clark, *The Macmillan Dictionary .of Measurement*, Macmillan, 1994

Illingworth, V. (ed.), *Collins Dictionary of Astronomy*, .HarperCollins, 1994

Waites, G., *The Cassell Dictionary of Biology*, Cassell, .1999

عامـة
General

Allaby, M., and D. Gjersten, *Makers of Science*, .Oxford University Press, 2002

Asimov, A., *Asimov's Biographical Encyclopedia of .Science and Technology*, Avon Books, 1972

Boorstin, D. J., *The Discoverers*, Random House, .1983

Boyles, D., *The Tyranny of Numbers*, HarperCollins, .2000

Bunch, B., and A. Hellemans, *The Timetables of .Science*, Simon and Schuster, 1988

Bunch, B., and A. Hellemans, *The Timetables of .Technology*, Simon and Schuster, 1993

Carey, J. (ed.), *The Faber Book of Science*, Faber and .Faber, 1995

Crystal, D (ed), *The Cambridge Biographical .Dictionary*, Cambridge University Press, 2000

Daintith, J. (ed.), *A Dictionary of Scientists*, Oxford .University Press, 1999

Day, L., and I. McNeil (eds), *Biographical Dictionary .of the History of Technology*, Routledge, 1998

.Diamond, J., *Guns, Germs and Steel*, Vintage, 1998

The Dictionary of National Biography, Oxford .University Press, 1982

Dyson, J., and R. Uhlig (ed.), *A History of Great Inventions*, Robinson, 2002

le Fanu, J., *The Rise and Fall of Modern Medicine*, .Little, Brown and Company, 1999

Giscard d'Estaing, V-A., *The Book of Inventions and .Discoveries*, Macdonald Queen Anne Press, 1990

.Gribbin, J., *Science, A History*, BCA, 2002

.Harrison, I., *The Book of Inventions*, Cassell, 2004

The Hutchinson Dictionary of Scientific Biography, .Helicon, 2000

The Inventions that Changed the World, Reader's .Digest, 1982

McLeish, J., *Number*, Bloomsbury, 1991

.Margotta, R., *The History of Medicine*, Octopus, 1996

Meadows, J, *The Great Scientists*, Oxford University .Press, 1997

Messadié, G., *Great Inventions through History*, .Chambers, 1991

Messadié, G., *Great Scientific Discoveries*, Chambers, .1991

Millar, D., et al., *The Cambridge Dictionary of .Scientists*, Cambridge University Press, 1996

Muir, H. (ed.), *Larousse Dictionary of Scientists*, .Larousse, 1994

Parry, M. (ed.), *Chambers Biographical Dictionary*, .Chambers, 1997

Philip's Astronomy Encyclopedia, George Philip .Limited, 2002

Philip's Science & Technology Encyclopedia, George .Philip Limited, 1998

Philip's Science & Technology People, Dates & Events, .George Philip Limited, 1999

Porter, R., *The Greatest Benefit to Mankind*, .HarperCollins, 1997

Silver, B. L., *The Ascent of Science*, Oxford University .Press, 1998

.Tallack, P (ed.), *The Science Book*, Cassell, 2001

.Trefil, J., *Cassell's Laws of Nature*, Cassell, 2002

Walker, J., *Fabulous Science*, Oxford University Press, .2002

Webster's Biographical Dictionary, G. & C. Merriam, .1971

.*What Happened When?*, HarperCollins, 1994

Whitfield, P, *Landmarks in Western Science*, The .British Library, 1999

Williams, T. I. (ed), *A Biographical Dictionary of .Scientists*, Adam & Charles Black, 1974

Williams, T. I., *A History of Invention*, Time Warner .Books, 2003

USEFUL WEB SITES

مواقع مفيدة على الويب (الشبكة العنكبوتية)

http://www.atomicmuseum.com/
Web site of the National Atomic Museum (soon to be renamed the National Museum of Nuclear Science and History), Albuquerque, New Mexico.

http://www.howstuffworks.com
A comprehensive Web site that gives detailed explanations of how everything around us actually works.

http://www.mhs.ox.ac.uk/
Web site of Oxford University's Museum of the History of Science.

/http://www.nasa.gov

Official Web site of the National Aeronautics and Space Administration (NASA) with links to learning resources and information for students, and full details of all missions.

http://www.nasm.si.edu/
Web site of the Smithsonian National Air and Space Museum, Washington, D.C.

http://www.nscdiscovery.org/
Web site of the National Science Center, Augusta, Georgia.

http://nobelprize.org/
Official Web site of the internatonal Nobel Prize awards given annually since 1901 for achievements in physics, chemistry, medicine, literature, and for peace. Click on "list of all prizewinners" and then on individual links to read about award winning achievements.

http://www.psigate.ac.uk/
Physical Sciences Information Gateway provides access to Web resources in the physical sciences, including astronomy, chemistry, earth sciences, materials sciences, physics, and general science.

http://whyfiles.org/
University of Wisconsin Web site that explains the science behind the news.

عزيزي القارئ للحصول على نسخة من أي كتاب من قائمة الكتب

يرجى مراسلة المؤسسة على العنوان التالي:

مؤسسة الكويت للتقدم العلمي - برنامج نشر المعرفة العلمية والتكنولوجية

ص.ب 25263 - الصفاة

13113 الكويت

ت: 22278100

فاكس: 22278151

E-mail: author@kfas.org.kw

www.kfas.org

مؤسسة الكويت للتقدم العلمي

KFAS
مـؤسسة الـكويت للـتقدم الـعلمي
Kuwait Foundation for the Advancement of Sciences

المؤسسة في سطور

- أنشئت مؤسسة الكويت للتقدم العلمي (مؤسسة خاصة ذات نفع عام) بموجب مرسوم أميري صدر في 21 ذي الحجة 1396 هـ الموافق 12 ديسمبر 1976م.
- يدير المؤسسة مجلس إدارة يرأسه حضرة صاحب السمو أمير البلاد (حفظه الله) ويضم ستة أعضاء آخرين.
- تعتبر المؤسسة من بين هيئات النفع العام وتتلقى الدعم من الشركات المساهمة الكويتية من صافي الأرباح السنوية لهذه الشركات.
- الهدف العام للمؤسسة هو المعاونة في سبيل التطور العلمي والحضاري.



أهداف المؤسسة

- دعم الأبحاث الأساسية والتطبيقية من خلال منح تقدمها في مجالات العلوم الطبيعية والهندسية والصحية والغذائية والاجتماعية والاقتصادية وغيرها.
- تقديم المنح لتشجيع ودعم الأبحاث المتعلقة بالمشاريع وأعمال التطوير والتجارب ذات الصلة بالاقتصاد الكويتي.
- تقديم المنح والجوائز والمكافآت لدعم التطور الفكري في الكويت والأقطار العربية الأخرى.
- العمل على تدريب المواطنين الكويتيين من خلال منحهم بعثات وزمالات بغرض الدراسة والتدريب وكذلك إقامة الندوات والمؤتمرات العلمية.
- تشجيع ودعم وتنمية مشاريع البحوث والبرامج العلمية المشتركة بين الهيئات العلمية الكويتية من جهة والعربية والدولية من جهة أخرى.

KFAS

مؤسسة الكويت للتقدم العلمي
Kuwait Foundation for the Advancement of Sciences



مؤسسة الكويت للتقدم العلمي

ص.ب 25263 الصفاة 13113 الكويت

E-mail:author@kfas.org.kw

www.kfas.org